Д.В.Колесов, Р.Д.Маш,
И.Н.Беляев

# БиологиЯ



## ЧЕЛОВЕК





8 класс












«Дрофа»

Д.В.Колесов, Р.Д.Маш,
И. Н. Беляев

# БиологиЯ

## ЧЕЛОВЕК




Учебник
для общеобразовательных
учебных заведений

*Допущено
Министерством образования
Российской Федерации*

3-е издание, стереотипное



ДРОФА
Москва • 2002

УДК 373.167.1:611
ББК 28.70я721
К60

**Колесов Д. В.**

К60 Биология. Человек: Учеб. для 8 кл. общеобразоват. учеб. заведений / Д. В. Колесов, Р. Д. Маш, И. Н. Беляев. — 3-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2002. — 336 с.: ил.

ISBN 5—7107—5479—X

Предлагаемый учебник входит в учебно-методический комплект по биологическому образованию для основной школы (5—9 классы), разработанный под руководством В. В. Пасечника.

В учебник включен материал о происхождении человека, расширены сведения о гомеостазе, высшей нервной деятельности и психологии человека. Большое внимание уделено вопросам гигиены и доврачебной помощи. По сравнению с другими учебниками по этому курсу увеличено количество опытов, наблюдений и самонаблюдений.

УДК 373.167.1:611
ББК 28.70я721

ISBN 5—7107—5479—X
© ООО «Дрофа», 2000

# Как работать с учебником

Прежде чем приступить к изучению курса о человеке, познакомьтесь с содержанием и структурой курса по оглавлению, уясните структуру параграфа.

Перед началом выполнения домашнего задания познакомьтесь с вопросами перед параграфом и вспомните объяснения учителя в классе. Затем прочитайте текст и перескажите его, используя ключевые слова, помещенные в конце параграфа в рамочке. В случае затруднения уточните материал по тексту учебника. После этого ответьте на вопросы и выполните задания.

В учебнике даны материалы для проведения опытов и самонаблюдений, лабораторные работы. Их можно использовать для тренировки внимания, памяти, наблюдательности.

---

? Вопросы для повторения изученного.

! Задания.

▶ Эксперименты и функциональные пробы.

Дополнительный материал выделен особым шрифтом.

В конце каждой главы дано краткое обобщение изученного материала под рубрикой «Основные положения главы».

---

В учебнике вы найдете описание наиболее опасных болезней и травм и мер необходимой доврачебной помощи.

# Введение

**Человек в ряду живых существ.** Как и все живые организмы, человек рождается и умирает, питается и дышит, воспроизводит потомство. Его тело имеет клеточное строение, а каждая клетка состоит из множества сложных и простых молекул, среди которых большое значение имеют молекулы органических веществ.

Вода, пища, кислород воздуха, комфортная температура среды, безопасность — естественные потребности каждого живого существа, в том числе и человека. Нередко эти потребности называют базовыми, жизненно необходимыми.

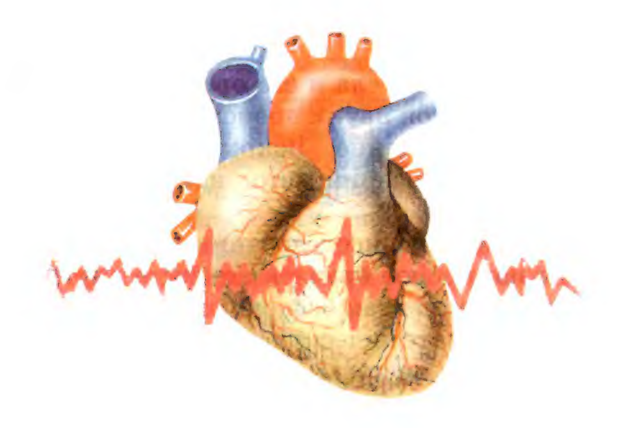
Все человечество относится к единому биологическому виду — Homo sapiens (Человек разумный), но этот вид значительно отличается от всех других. Человек обладает сознанием и способен к труду. Трудовая деятельность позволила намного расширить пищевую базу, создать одежду, жилища, улучшить быт. Использование угля, нефти, электричества и других видов энергии дало возможность не только обеспечить людей теплом и горячей пищей, но и создать современный транспорт. Возникшая в начале человеческой истории устная речь в дальнейшем пополнилась изобретением письменности, средствами звуко- и видеозаписи, телефоном, телевидением. Успехи медицины заставили отступить многие болезни.

Понятно, что одному человеку не под силу справиться со всем этим сложным хозяйством. Он выполняет лишь небольшую часть общей работы, получая вознаграждение за свой труд. Это позволяет ему использовать то, что создано трудом других людей. Распределение общественных благ определяет уровень жизни человека.

Улучшение условий жизни увеличило ее продолжительность (в среднем от 25 до 70 лет). Но успехи цивилизации принесли с собой многочисленные издержки: загазованность атмосферы, появление пищевых продуктов, содержащих нитраты и другие вредные вещества. Кроме того, не все люди ведут здоровый образ жизни: их здоровью вредят недостаток двигательной активности, табак, алкоголь, наркотики. Вследствие этого перед каждым человеком встала проблема выбора: как правильно жить, чтобы возможно дольше сохранить здоровье и работоспособность. Для того чтобы ее решить, необходимо знать, как устроен наш организм, как он функционирует, что для него полезно, а что вредно. На эти вопросы и попытается ответить наш курс.

Глава 1

# Науки, изучающие организм человека



## Из этой главы вы узнаете

*о становлении наук, изучающих природу человека и охрану его здоровья, о методах анатомии, физиологии, психологии и гигиены*

## Вы научитесь

*использовать методы науки для решения возникающих проблем и при необходимости выбирать для консультации нужных специалистов*

## § 1. Анатомия, физиология, психология и гигиена человека

**1. Как изучают строение и функции человеческого организма?**
**2. Почему опыты на животных позволяют лучше понять функции организма человека?**
**3. Что такое психология?**
**4. Что такое здоровье? Как его сохранить?**

Строение человеческого тела и его органов изучает анатомия человека. Название этой науки происходит от латинского слова «анатомэ» — рассечение. Вскрытие умерших людей — основной и наиболее древний метод изучения строения организма человека.

Современные методы исследования с помощью рентгена и ультразвука позволяют изучать строение внутренних органов, не причиняя пациентам беспокойства. Они позволили намного продвинуть анатомическую науку.

Анатомия изучает не только внутреннее строение человека, но и внешние его особенности: рост, вес, пропорции тела, тип телосложения.

Анатомические исследования дают возможность устанавливать детали строения органов, обнаружить возможные отклонения от нормы, что необходимо при диагностике.

Анатомические названия едины для всех стран. Они даются на национальном и латинском языках. Употребление латинских названий предусмотрено Международной анатомической номенклатурой.

Органы на таблицах анатомического атласа часто рисуют так, как они расположены у человека, обращенного к нам лицом. Поэтому органы, находящиеся у человека справа, на рисунках изображены слева, то есть зеркально. Соответственно органы, находящиеся у человека слева, на таблице изображаются с правой стороны.

**Физиология человека** — наука, изучающая функции человеческого организма и его органов. (Ее название происходит от слова «физис» — природа.) Основу физиологических методов составляют наблюдения за здоровыми и больными людь-

ми и эксперименты на животных. Поскольку органы человека сходны по строению с органами животных, опыты ставились на них.

Совершенствовались лабораторные методы изучения крови, слюны, мочи и других веществ, образующихся в процессе жизнедеятельности.

Современная электроника позволяет по электрической активности органов судить о работе сердца, мозга, сосудов и других органов и проводить измерения, приближая физиологию к точным наукам.

Электроэнцефалограф позволяет оценить электрическую активность различных отделов головного мозга.

Наряду со сложными инструментальными методами существуют и более простые, позволяющие оценивать работоспособность и тренированность человека. Это — функциональные пробы. Человеку дают дозированную нагрузку, например присесть 20 раз. При этом регистрируют изменения работы его сердечной мышцы. Зная норму, каждый человек может определить, соответствуют ли ей его личные показатели.

**Психология** — наука, изучающая общие закономерности психических процессов и индивидуально-личностные свойства человека. Каждый человек отражает явления внешнего мира по-своему, определяет их ценность в зависимости от своих индивидуальных потребностей. У каждого складывается свой *субъективный* (присущий только ему одному) *внутренний мир*. Каждый строит свои взаимоотношения с другими людьми согласно своим убеждениям, сам определяет свои поступки и оценивает их. Вся эта сложная работа составляет душевную деятельность человека, его *психику*. Она включает в себя восприятие, представление, мышление, память, волю, чувства, переживания и индивидуальные особенности людей: характер, способности, интересы.

*Психология* — это наука, изучающая душевную жизнь людей (от греческого слова «психо» — душа). Она пользуется методами, присущими любой науке: наблюдениями, экспериментами, измерениями. Важное значение имеет также *самонаблюдение*, поскольку о собственных переживаниях может рассказать только сам человек. Самонаблюдение — *субъективный* метод исследования. Но если разные люди описывают свои мысли и переживания одинаково, можно сделать вывод о наличии определенной закономерности.

**Гигиена** (от греческого слова «гигиенос» — здоровый) — отрасль медицины, изучающая влияние природной среды, труда и быта на организм человека с целью разработки мероприятий по *охране здоровья людей*.

Существуют различные направления гигиены, например школьная, производственная, гигиена сельскохозяйственного труда и т. д. Как и другие науки, гигиена использует наблюдение, измерение, эксперимент, а также моделирование и статистику.

Изучение факторов природной среды требует применения *физических, химических* и *биологических методов*. Определяют температуру и состав воды и воздуха, химический состав почвы, продуктов питания, вещей и строений, уровень радиации, степень загрязнения различных объектов.

*Физиологические гигиенические наблюдения* позволяют определить, как человек приспосабливается к тем или иным факторам среды. Эти сведения нужны для создания средств защиты и разработки методов тренировки, позволяющих быстрее приспособиться к неблагоприятным условиям.

*Клинические гигиенические наблюдения* выявляют причины заболеваний, общих для многих людей. Так, исследования врачей-стоматологов привели к выводу, что быстрое разрушение зубов может быть связано с недостатком фтора в питьевой воде. В результате этих исследований была разработана специальная фторсодержащая зубная паста.

**Санитарное обследование.** На основе перечисленных выше методов разрабатываются санитарные нормы, необходимые для здорового образа жизни людей, безопасные условия для их деятельности. В каждом более или менее крупном населенном пункте имеются санитарно-эпидемиологические станции (СЭС), контролирующие соблюдение этих норм.

---

**Анатомия, физиология, психология, гигиена.**

---



Какие науки изучают:
а) строение человека и его органов;
б) функции человеческого организма;
в) душевную деятельность человека;
г) влияние природной среды, быта и труда на здоровье человека с целью охраны здоровья населения?

## § 2. Становление наук о человеке

**1. Что вам известно о древней греко-римской культуре?**
**2. С какими именами она связана?**
**3. Почему эпоха Возрождения получила такое название?**

Людей всегда интересовали проблемы жизни и смерти, способы борьбы с недугами, сохранение здоровья и долголетия, отличие живого от неживого. Вначале считалось, что здоровьем человека, его поступками, жизнью и смертью управляют боги. Но уже на рубеже VI и V веков до нашей эры греческий мыслитель Гераклит (конец VI — начало V в. до н. э.) высказал мысль, что организмы развиваются по законам природы и, познав их, можно использовать эти законы на благо людей. Гераклит считал, что мир непрерывно меняется. Ему принадлежит крылатая фраза: «В одну и ту же реку нельзя войти дважды!»

Великий греческий мыслитель Аристотель (384—322 до н. э.) много лет занимался сравнением органов животных и человека, изучал их развитие. Он обратил внимание на то, что любое живое существо отличается от неживых тел четкой и строгой организацией. Именно он ввел термин «организм», происходящий от слова «организация».

Аристотель первым из мыслителей понял, что душевная деятельность человека есть свойство его тела и существует до тех пор, пока живет тело. Теперь мы знаем, что душевная деятельность связана со свойством мозга получать, обрабатывать и использовать информацию для удовлетворения потребностей организма. Жизнь любого существа невозможна без информации о состоянии окружающей среды.

Для развития медицины и гигиены много сделал известный медик античности Гиппократ (ок. 460 — ок. 377 до н. э.). Он одним из первых стал изучать влияние на здоровье людей природных факторов: воды, пищи, земли, на которой выращивают продукты, температуру и влажность воздуха. Ему удалось найти причины болезней, в которых виноваты сами люди.

Продолжателем идей Гиппократа был известный римский врач Клавдий Гален (130—200 н. э.). Он вскрывал домашних и диких животных и тщательно описывал их органы. Подробно изучив строение костей, мышц и суставов обезья-



**Рис. 1.** *Анатомические рисунки Леонардо да Винчи*

ны, Гален предположил, что человек устроен сходным образом. Галену принадлежат многие работы о функциях органов.

**Изучение человека в эпоху Возрождения.** Идеология, сложившаяся в средневековье, мало способствовала развитию науки. Пробуждение началось лишь в XIV— XVII веках нашей эры. Этот период вошел в историю под названием Возрождение. Большой вклад в изучение человека был сделан великим итальянским художником и ученым Леонардо да Винчи (1452—1519). Он тщательно изучал, описывал и зарисовывал строение тела человека. При этом каждую его часть он изображал с разных сторон, что давало возможность воспринимать орган в разных ракурсах (рис. 1).

Анатомические рисунки выполнялись и другим великим итальянским художником — Рафаэлем Санти (1483—1520). Он считал, что для правильного изображения человека надо знать расположение костей его скелета в той или иной позе.

Большой вклад в медицинскую науку был сделан бельгийцем Андреасом Везалием (1514—1564), учившимся во Франции и преподававшим в Италии. Он точно описал и с помощью учеников-художников изобразил внутренние органы человеческого тела и скелет (рис. 2). В частности, он установил, что левый и правый желудочки человеческого сердца не сообщаются между собой.



**Рис. 2.** *Скелет стоящего человека (из сочинения Везалия)*

Однако решающий вклад в понимание основных законов движения крови был сделан английским ученым Уильямом Гарвеем (1587—1657), открывшим два круга кровообращения: малый и большой.

Заслуга Гарвея состояла и в том, что он впервые применил экспериментальные методы для решения физиологических проблем.

Огромное значение для развития физиологии имело открытие рефлекса, сделанное французским философом Рене Декартом в первой половине XVII столетия. Впоследствии оно было развито трудами русских ученых Ивана Михайловича Сеченова (1829—1905) и Ивана Петровича Павлова (1849—1936).

**Развитие анатомии, физиологии и гигиены с начала XIX века до наших дней** ознаменовалось большими открытиями. Изобретение оптического, а затем и электронного микроскопа позволило изучить строение клеток и тканей на субмолекулярном уровне; создание электронных приборов дало возможность установить природу нервного импульса, электрохимического сигнала, передающего информацию по нервным каналам связи; проникнуть в тайны работы мозга. Успехи экспериментальной гигиены позволили найти надежные методы борьбы с инфекционными болезнями и искоренить многие из них.

Медикам и химикам удалось разработать целый класс эффективных лекарств, в том числе антибиотиков и победить мно-

гие опасные болезни. Успехи в области иммунологии — науки о защитных силах организма — позволили создать эффективные предупредительные прививки против ряда опасных инфекционных болезней. Большой вклад в развитие науки об иммунитете был сделан французским ученым Луи Пастером и нашим соотечественником Ильей Ильичом Мечниковым. Благодаря развитию иммунологии и хирургической техники стали возможны операции по пересадке органов.

**Гераклит, Аристотель, Гиппократ, Клавдий Гален, Леонардо да Винчи, Рафаэль Санти, Андреас Везалий, Уильям Гарвей, Луи Пастер, Илья Мечников.**



**1.** Как представлял Гераклит происходящие в природе процессы?
**2.** Кому из ученых принадлежит термин «организм»? Какое свойство живой природы было отмечено в этом названии?
**3.** Как решал Аристотель проблему души и тела?
**4.** Кто из античных философов впервые заинтересовался проблемами гигиены и охраны здоровья?
**5.** Какой вклад в науку о кровообращении внесли Везалий и Гарвей?
**6.** Как отразились успехи техники на развитии анатомии, физиологии и медицины?

## *Основные положения главы 1*

Строение тела и органов изучает анатомия, функции — физиология, общие закономерности психических процессов, индивидуально-личностные свойства и поведение человека — психология. Изучением влияния природных условий, труда и быта на организм занимается гигиена. Она разрабатывает методы охраны и поддержания здоровья.
Науки о строении и функциях человеческого тела возникли еще в античные времена в связи с потребностями медицины. Они успешно развивались в трудах Аристотеля, Гиппократа, Везалия, Гарвея. Развитие этих наук в наши дни во многом связано с совершенствованием техники.

Глава 2

# Происхождение человека



## Из этой главы вы узнаете

*о строении и жизни древнейших, древних и первых современных людей, о становлении рас и народностей*

## Вы научитесь

*использовать сравнительно-анатомические, физиологические и эмбриологические методы для доказательства родства живых организмов*

# § 3. Систематическое положение человека

**1. Какие систематические таксоны вам известны?**
**2. Что они отражают?**

Таксонами называют систематические группы организмов, связанных той или иной степенью родства, поэтому анализ систематического положения вида Человек разумный поможет нам получить первые представления о его происхождении.

*Человек относится к типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, отряду приматов, семейству гоминид, роду Человек* (*Homo*), *виду Человек разумный* (*Homo sapiens*).

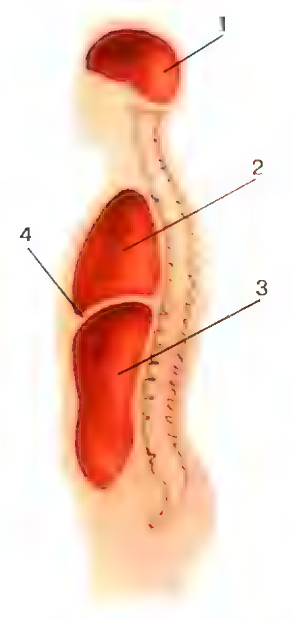



**Рис. 3.** *Полости тела и черепа*:
1 — *полость черепа*;
2 — *грудная полость*;
3 — *брюшная полость*;
4 — *диафрагма*

Как у всех хордовых, у человека на ранних стадиях эмбрионального развития закладывается хорда, над ней формируется нервная трубка, а под ней — кишечник.

Как у всех позвоночных, у человека формируется внутренний скелет, основой которого является позвоночник. Кровеносная система замкнутая. Нервная система дифференцируется на спинной и головной мозг, на периферии находятся нервы, нервные узлы.

Как представитель класса млекопитающих, человек имеет грудобрюшную преграду — диафрагму, участвующую в дыхании. Она разделяет полость тела на грудную и брюшную (рис. 3, 4).

Легкие млекопитающих состоят из многократно ветвящихся трубочек, заканчивающихся легочными пузырьками — альвеолами, где происходит газообмен. Тело имеет постоянную температуру. Сердце четырехкамерное. Женские особи млекопитающих вынашивают плод

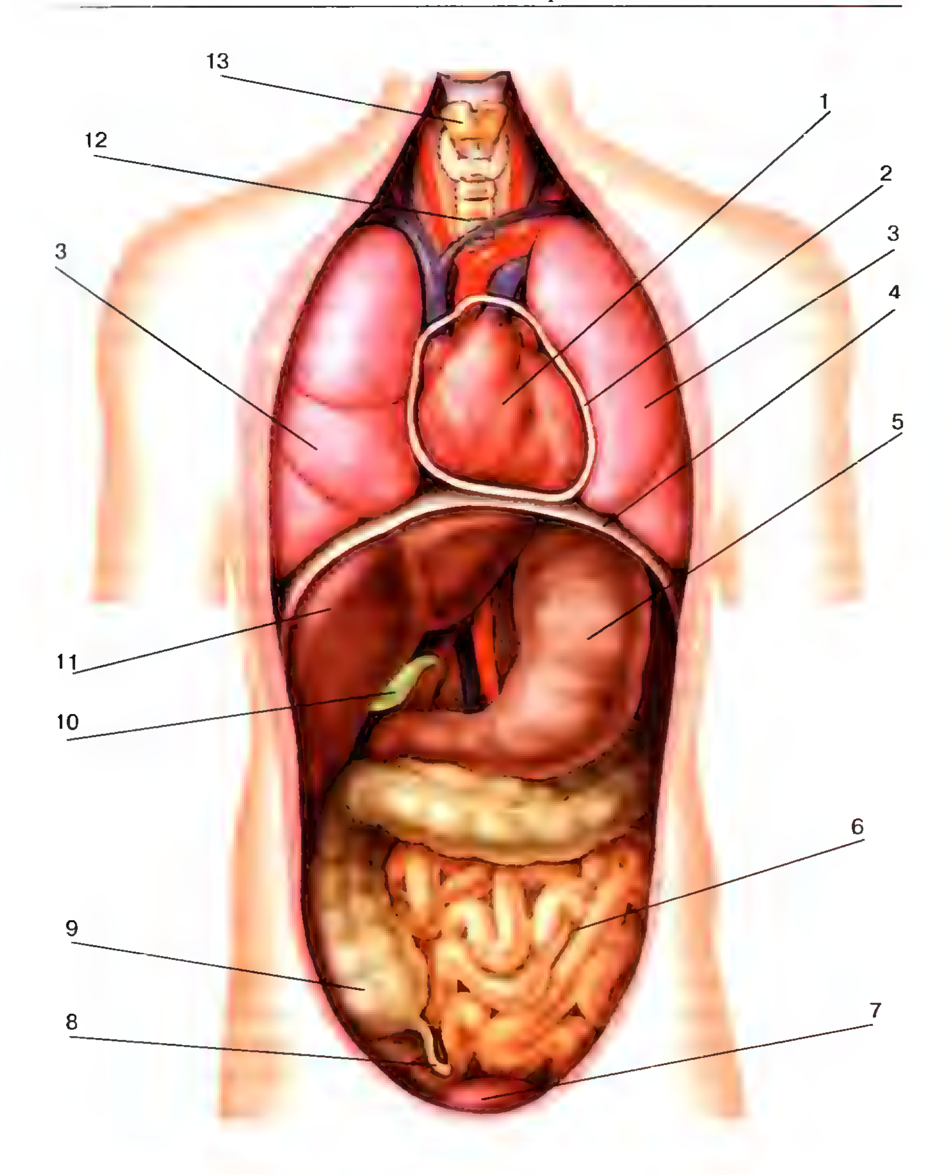



**Рис. 4.** *Внутренние органы*:
1 — *сердце с сосудами*; 2 — *околосердечная сумка*; 3 — *легкие*; 4 — *диафрагма*; 5 — *желудок*; 6 — *тонкая кишка*; 7 — *мочевой пузырь*; 8 — *аппендикс*; 9 — *толстая кишка*; 10 — *желчный пузырь*; 11 — *печень*; 12 — *трахея*; 13 — *гортань*

в матке и после рождения выкармливают его молоком, вырабатывающимся молочными железами.

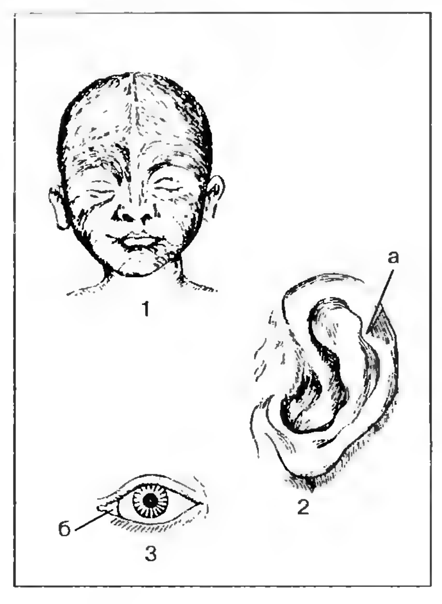
Как у всех представителей приматов, у человека пятипалая конечность, на пальцах плоские ногти, а не когти, большой палец противопоставлен всем остальным.

*Семейство гоминид*, кроме человека, включает человекообразных обезьян: гиббона, орангутана, гориллу, шимпанзе. У них имеется большое сходство с человеком в генном аппарате (например, 90% генов шимпанзе идентично генам человека). Обезьяны и люди болеют многими одинаковыми болезнями.

К роду Человек, помимо ныне существующего вида, относятся и вымершие формы. Современный человек отличается от других гоминид развитым мозгом, речью, прямохождением. У обезьян хватательную функцию в равной степени сохранили и ноги, и руки. Хватательная функция человеческой руки чрезвычайно усовершенствована, а ноги ее утратили и теперь выполняют только опорную функцию. Пальцы ног стали короче, зато появились своды стопы. С прямохождением связано и возникновение изгибов позвоночника. Благодаря этим изменениям происходит ослабление сотрясений, возникающих при движениях.

Человек разумный — результат не только биологической, но и социальной эволюции. Чем дальше движется человечество по пути исторического развития, тем большее значение приобретает усвоение опыта предыдущих поколений, накопленного в продуктах труда и в достижениях науки и техники.

**Рудименты и атавизмы как доказательство животного происхождения человека** (рис. 5). Важным доказательством происхождения человека от животных является наличие в его теле *рудиментов* — особых органов, которые функционировали когда-то у предков. Потом эти органы утратили первоначальное значение и в жизнедеятельности человека участия не принимают или почти не принимают. К рудиментарным органам в человеческом теле относятся: отросток слепой кишки — аппендикс, копчиковые позвонки (остатки скелета хвоста); ушные мышцы, позволяющие некоторым людям шевелить ушами; остатки волосяного покрова по всему телу; третье веко.



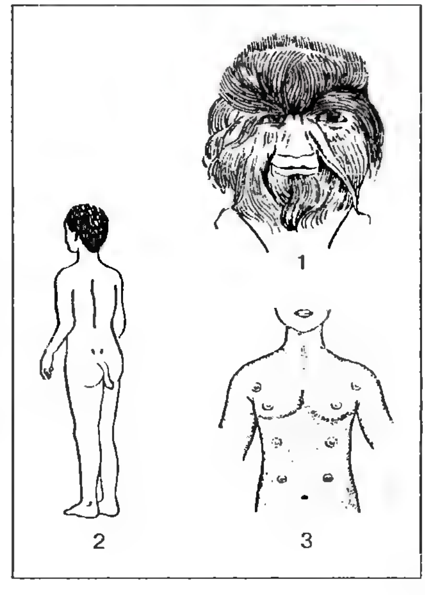




**Рис. 5.** *Рудименты и атавизмы человека*:
А — *рудиментарные органы*: 1 — *волосяной покров на голове пятимесячного зародыша*; 2 — *ушная раковина с дарвиновским бугорком* (а); 3 — *глаз с полулунной складкой* (б); Б — *атавизмы*: 1 — *волосатый человек*; 2 — *хвостатый мальчик*; 3 — *многососковость*

Другим важным доказательством родства человека и животных являются *атавизмы* — появление у отдельных людей признаков, которые были свойственны нашим далеким предкам, но утрачены в ходе эволюции. Это такие признаки, как сильное оволосение всего тела и др.

**Таксоны, рудименты, атавизмы.**

**1.** Что такое рудимент? Приведите примеры.
**2.** Что такое атавизм? Приведите примеры.

Выпишите в три столбика признаки, которые указывают на принадлежность человека к подтипу позвоночных, классу млекопитающих и отряду приматов.

## § 4. Историческое прошлое людей

**1. В каких экологических условиях развивались предки людей?**
**2. Как эти условия повлияли на формирование вида Человек разумный?**

**Предшественники людей.** Прародиной человека считается обширная территория, в которую входили Северо-Восточная Африка, Южная и Центральная Азия и Юго-Восточная Европа. Отсюда люди расселились по всей планете. Когда-то эти пространства были покрыты тропическими лесами, но примерно 3,5—5 млн лет назад климат стал суше, наступило похолодание. Тропические леса отступили, а их место заняла высокая травяная растительность. Чтобы выжить, предкам человека приходилось приподниматься, чтобы осмотреть местности поверх высокой травы. В дальнейшем это привело к прямохождению и разделению функций ног и рук. Ноги приобрели опорную функцию, руки освободились и стали использоваться для употребления орудий.

О ходе эволюции человека говорят палеонтологические находки. В Южной и Восточной Африке были найдены останки древних человекообразных обезьян, *австралопитеков*, ходивших на двух ногах. Они жили группами. Самки заботились о детях, самцы добывали пищу. Найденные фрагменты черепов позволили определить объем их мозга (500—600 см$^3$). Это больше, чем у современных человекообразных обезьян. Высокие надбровья и отсутствие подбородочного выступа говорили о том, что этот вид все же относился к обезьянам. Австралопитеки (рис. 6) не владели речью.



**Рис. 6.** *Австралопитек*



**Рис. 7.** *Питекантроп*



**Рис. 8.** *Неандерталец*

**Древнейшие люди.** Предполагают, что первые древнейшие люди появились 1—1,5 млн лет назад. В настоящее время известно несколько их форм, которые объединяют под общим названием «человек прямоходящий». Первые останки древнейшего человека были обнаружены на острове Ява более 100 лет назад. Ему дали название *питекантроп* (рис. 7) или обезьяночеловек.

Рост древнейших людей достигал 160 см, объем головного мозга — 1100 см$^3$. Но у них сохранялись еще многие примитивные черты: мощные надбровные валики, тяжелая массивная челюсть, а подбородочный выступ, связанный с развитием речевых мышц, почти отсутствовал.

Останки близких по облику и уровню развития первобытных людей были найдены в Китае. Их назвали *синантропами*. Они жили около 400 тыс. лет назад.

Древнейшие люди вели активный образ жизни. Это были свирепые охотники. Они нападали на таких крупных животных, как буйволы, туры и даже слоны. Охота на крупных животных требовала совместных действий. Возможно, что первым коллективом был коллектив охотников.

Другой формой объединения людей была первобытная семья. Древнейшие люди могли изготавливать примитивные орудия, а находки, сделанные в Китае, говорят о том, что некоторые виды древнейших людей уже пользовались огнем.

**Древние люди.** В 1856 г. в долине Неандерталь (Германия) были обнаружены останки человека, названного *неандертальцем* (рис. 8). Дальнейшие находки показали, что неандертальцы обитали не только на территории Европы, но и в Африке, Азии.

Головной мозг неандертальцев по объему (до 1700 см$^3$) приближался к мозгу современных людей. Наряду с этим в строении тела неандертальцев было довольно много примитивных черт, как у питекантропов. Однако левая часть мозга неандертальцев была уже несколько больше, чем правая, то есть появилась асимметрия мозга, свойственная современному человеку. Это говорит о том, что неандертальцы были праворукими. Некоторое развитие получает подбородочный выступ, что связано с речью.

Жили неандертальцы в суровых условиях ледникового периода. Холод вызвал необходимость пользоваться одеждой, они изготовляли ее из звериных шкур. Неандертальцы были



Рис. 9.
*Кроманьонец*

искусными каменотесами. Они изготовляли скребла для обработки шкур, наконечники для пик. Умело использовали огонь. Жили в пещерах, промышляли охотой и собирательством. Неандертальцы хоронили своих близких, украшали могилы. Во многих пещерах были найдены черепа и длинные кости пещерного медведя. Предполагают, что они имели какое-то ритуальное значение.

**Первые современные люди.** В 1886 г. во Франции, в местности Кро-Маньон, были найдены останки скелетов первых людей современного типа, которых назвали *кроманьонцами* (рис. 9). Они появились около 50—60 тыс. лет назад и несколько тысяч лет существовали одновременно с неандертальцами.

Кроманьонцы были рослыми людьми (до 180 см). От неандертальцев их отличали более высокий лоб, отсутствие надбровных валиков и хорошо развитый подбородочный выступ, свидетельствовавший о развитии речи.

Объем (до 1800 см$^3$) и масса мозга были примерно такими же, как и у ныне живущих людей, причем лобные и височные доли достигли своего окончательного развития. Не отличались кроманьонцы от современных людей и по строению тела. Кроманьонцы изготавливали разнообразные орудия из камня, кости, рога. Они умели сверлить, шлифовать свои изделия. Рядом с останками кроманьонцев часто находили разнообразные произведения их искусства (живопись, скульптура).

Кроманьонцы были умелыми охотниками. Они владели различными способами охоты. Широко использовали копья, дротики, а затем и стрелы.

Прошло много лет, прежде чем люди от *присваивающего хозяйства* (охота, собирательство) перешли к *производящему хозяйству*. Они научились выращивать растения и приручать некоторых животных.

---

**Австралопитеки, питекантропы, синантропы, неандертальцы, кроманьонцы.**

---

?

1. Перечислите характерные особенности древнейшего, древнего и современного человека.
2. Почему о степени развития речи можно судить по подбородочному выступу и степени выраженности лобных и височных долей мозга?
3. Какие черты неандертальцев свидетельствуют об их более высокой организации по сравнению с питекантропами?
4. Как совершенствовалось изготовление и использование орудий на разных стадиях исторического развития человека?
5. Какое значение для общества имел переход от присваивающего хозяйства к производящему?

## § 5. Расы человека

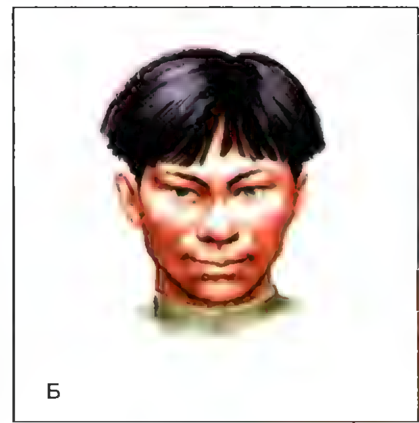
**В чем проявляется биологическая природа людей и в чем — социальная?**

**Расы человека.** Расами называют систематические подразделения внутри вида. Расы человека — это большие группы людей, на которые подразделяется вид Человек разумный по общим, наследственным, биологическим особенностям: строение лицевой части черепа, цвет кожи. В настоящее время выделяются четыре большие расы (рис. 10): *австралоидная* и *негроидная* (темнокожие), *европеоидная* (белокожие), *монголоидная* (желтокожие). Они довольно отчетливо различаются между собой по ряду наследственных признаков: цвету кожи, цвету и форме волос, глаз, форме носа, губ, но сохраняют главные общевидовые особенности людей: величину и строение головного мозга, способность к труду, творческий потенциал.

Большие расы подразделяются на более мелкие группы (подрасы), а те — на *национальности* и *народности*. Важным доказательством видового единства человечества являются браки между людьми, относящимися к разным расам, и рождение жизнеспособного потомства от этих браков.

Формирование рас началось в очень далекие времена, 30—40 тыс. лет назад, и было связано с расселением людей по новым географическим областям. Расовые признаки имели приспособительное значение и были закреплены естественным отбором. К примеру, густые курчавые волосы австралоидной и негроидной рас, образующие теплоизолирующую подушку,



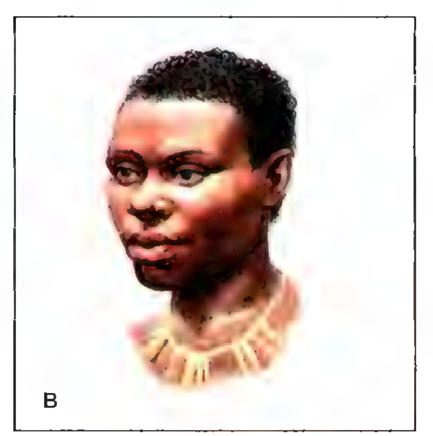







**Рис. 10.** *Представители рас человека*:
А — *европеоидная*; Б — *монголоидная*; В — *негроидная*; Г — *австралоидная*

предохраняют голову жителей Тропической Африки и Австралии от перегревания, а темный цвет кожи — от избыточного ультрафиолетового облучения.

Формирование монголоидной расы было связано с заселением территорий с обширными степными пространствами, где яркое солнце и сильные ветры, несущие песок, дали преимущества людям с косым и узким разрезом глаз, который спасал глаза от травм.

В настоящее время значение этих признаков невелико, поскольку каждый человек может воспользоваться головным убором, очками, защитными кремами, но наследственные особенности закрепились и остались по сей день.

Все человеческие расы сохранили общевидовые особенности вида Человек разумный и все они находятся на одном и том же уровне эволюционного развития в биологическом и психическом отношении и в равной степени способны к достижению самых больших высот современной цивилизации. Расистские взгляды о преимуществах одних рас перед другими находятся в полном противоречии с данными современной науки.

Расы не следует путать с понятиями «нация» и «народ». Представители разных рас могут быть членами единого государства и говорить на одном языке. Наличие речевых центров — биологическая особенность человеческого вида. То, на каком языке человек заговорит, зависит не от принадлежности к той или иной расе или народности, а от *социальных факторов* — от того, с кем человек живет и кто его будет учить. Посредством речи осуществляется возможность не только воспринять опыт, накопленный человечеством, но и способность руководить своим поведением: взрослый, сформировавшийся разумный человек сначала намечает цели, планирует свои поступки, в необходимых случаях фиксирует свои мысли на бумаге, а уж потом действует.

**Расы: европеоидная, монголоидная, негроидная, австралоидная.**

?

1. Как возникали расы и какие условия способствовали их образованию?
2. Как формируются социальные потребности и какова связь между социальными и биологическими потребностями?

## *Основные положения главы 2*

Человеку принадлежит строго определенное место в систематике живых существ: тип хордовых, подтип позвоночных, класс млекопитающих, отряд приматов, семейство гоминид, род Человек, вид Человек разумный.

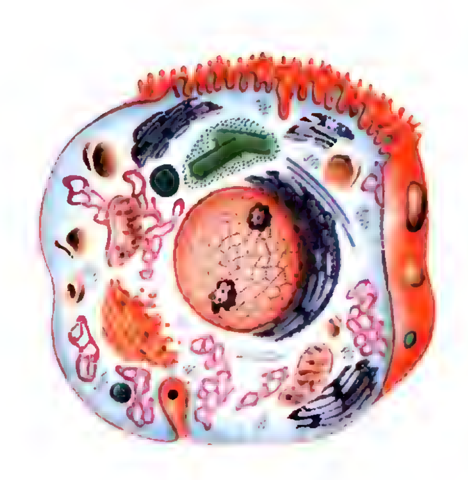
Предки человека вынуждены были жить в саваннах, покрытых высокой травянистой растительностью. Они перешли к прямохождению и стали использовать орудия труда, чтобы выжить и защищать себя от хищников. Это привело к тому, что руки сохранили хватательную функцию и стали органами, обеспечивающими трудовую деятельность, а ноги приобрели опорную функцию. Труд и связанная с ним речь стимулировали развитие мозга и содействовали созданию социальной среды, вне которой не могут существовать современные люди.

В процессе становления человеческого общества и человека различают три стадии: древнейшие люди, древние люди и первые современные люди.

В основе расовых признаков лежат биологические наследственные различия, связанные с освоением новых географических областей. Эти различия не отражаются на умственных способностях человека и его социальных возможностях. Люди, принадлежащие к различным расам и народностям, равноценны в биологическом и психическом отношении и находятся на одном и том же уровне эволюционного развития.

Глава 3

# Строение организма



## Из этой главы вы узнаете,

*как расположены внутренние органы, где и как функционируют клетки и ткани, как выполняют свою функцию нервные клетки*

## Вы научитесь

*пользоваться анатомическими рисунками для определения места расположения внутренних органов в своем теле, работать с микроскопом, наблюдать клетки, определять ткани, анализировать рефлексы и их рефлекторные дуги*

## § 6. Общий обзор организма

**1. Каковы уровни организации млекопитающих животных?**
**2. В чем сходство в строении тела человека и млекопитающих животных?**

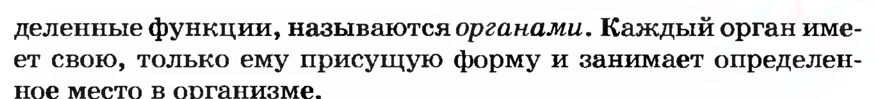
**Уровни организации.** Все живые тела состоят из отдельных *молекул*, которые, в свою очередь, организуются в *клетки*, клетки — в *ткани*, ткани — в *органы*, органы — в *системы органов*. А они в совокупности образуют целостный *организм*. На каждом из этих уровней действуют свои законы, которые обеспечивают нормальное функционирование организма как целого, его приспособление к окружающей среде.

**Структура тела.** Снаружи тело человека покрыто *кожей*. Кости и мышцы, расположенные под ней, образуют опорно-двигательный аппарат. Внутри тела находятся две *полости тела* — *брюшная* и *грудная*, которые разделены перегородкой — мышечной *диафрагмой* (см. рис. 4). В этих полостях располагаются *внутренние органы*. В грудной — легкие, сердце, сосуды, дыхательные пути и пищевод. В брюшной полости слева (под диафрагмой) — желудок, справа — печень с желчным пузырем. Ниже располагаются кишечник, поджелудочная железа и селезенка. Многие органы брюшной полости, как фартуком, прикрыты брюшиной. Около позвоночника в области поясницы расположены почки, от которых отходят мочеточники, ведущие в мочевой пузырь с мочеиспускательным каналом.

Половые органы женщины — яичники, маточные трубы и матка — также находятся в брюшной полости. Половые органы мужчины — яички — располагаются в мошонке, вне брюшной полости, так как для их нормальной работы требуется более низкая температура, чем температура внутренних органов.

На голове располагаются органы чувств: непарные — нос, язык и парные — глаза, уши, скрытый в костях черепа вестибулярный аппарат — орган равновесия. Внутри черепной коробки находится головной мозг, а в канале позвоночника — спинной мозг. Они соединяются через затылочное отверстие черепа.

**Органы и системы органов.** Анатомически обособленные части тела, имеющие четкую структуру и выполняющие опре-



деленные функции, называются *органами*. Каждый орган имеет свою, только ему присущую форму и занимает определенное место в организме.

Органы, выполняющие общие физиологические функции, объединяются в *систему органов*.

У человека те же системы органов, что и у других млекопитающих: *покровная, костно-мышечная, дыхательная, кровеносная, пищеварительная, выделительная, система органов размножения, нервная* и *эндокринная*. Последние две системы обеспечивают согласованную работу всех органов. Нервная система осуществляет регуляцию с помощью электрохимических сигналов, нервных импульсов. Эндокринная система действует с помощью биологически активных веществ — *гормонов*, которые поступают в кровь и, дойдя до органов, изменяют их работу. Нервная и эндокринная системы работают вместе и дополняют одна другую.

**Уровни организации, структура, органы, системы органов, эндокринная система, гормоны, нервные импульсы.**

?

1. В чем суть понятий «молекулярный, клеточный, тканевый и организменный уровни организации»?
2. Что такое орган и что такое система органов?
3. Как обеспечивают регуляцию организма нервная и эндокринная системы?

!

1. Рассмотрев рисунок 4, найдите у себя грудную и брюшную полости.
2. Выпишите известные вам названия органов, относящиеся к кровеносной, дыхательной, пищеварительной и выделительной системам.

## § 7. Клеточное строение организма

**1. Каково строение животной клетки?**
**2. Какую функцию выполняют хромосомы?**
**3. Как происходит деление клетки?**

**Внешняя и внутренняя среда организма.** Внешней средой называют ту, в которой находится организм. Человек живет

в газообразной среде, но временно может находиться в воде, например во время купания.

Внутренней средой организма называют ту среду, которая находится внутри организма: она отделена от внешней среды оболочками тела (кожа, слизистые). В ней находятся все клетки тела. Она жидкая, имеет определенный солевой состав и постоянную температуру. Заметим, что содержимое пищеварительного канала, мочевыводящих и дыхательных путей к внутренней среде не относится. Лишь наружный ороговевший слой кожи, состоящий из отмерших клеток, и некоторые слизистые оболочки граничат с внешней средой. Они защищают более глубоколежащие клетки от воздействия внешних условий. Органы человеческого тела снабжают клетки через внутреннюю среду всем необходимым и удаляют вещества, образующиеся в процессе их жизнедеятельности.

**Строение клетки.** По форме, строению и функциям клетки чрезвычайно разнообразны, но по структуре они сходны. Каждая клетка обособлена от других клеточной мембраной. Подавляющее число клеток имеют цитоплазму и ядро (рис. 11).

**Строение и функции ядра.** Ядро отделено от цитоплазмы ядерной мембраной. В нем можно обнаружить ядрышко — плотное образование, в котором осуществляется синтез важных веществ.

В ядре находятся хромосомы, представляющие собой молекулы ДНК, определяющие наследственный аппарат клетки.

Участки молекул ДНК, ответственные за синтез определенного белка, называют *генами*. В каждой хромосоме насчитывают миллиарды генов. Под микроскопом хромосомы можно наблюдать только в период деления клеток: в другие периоды они не видны. Контролируя образование белков, гены управляют всей цепочкой сложных биохимических реакций в организме и тем самым определяют его признаки. В обычных клетках человека содержится по 46 хромосом, в половых клетках (яйцеклетках и сперматозоидах) по 23 хромосомы (половинный набор).

**Органоиды клетки.** Постоянные клеточные структуры, каждая из которых выполняет свои особые функции, называются *органоидами*. В клетке они играют ту же роль, что и органы в организме.

Клеточная мембрана обладает односторонней проводимостью. Так, молекулы воды могут беспрепятственно проходить через клеточную мембрану, а молекулы других веществ проникают избирательно. Через клеточную мембрану клетка по-

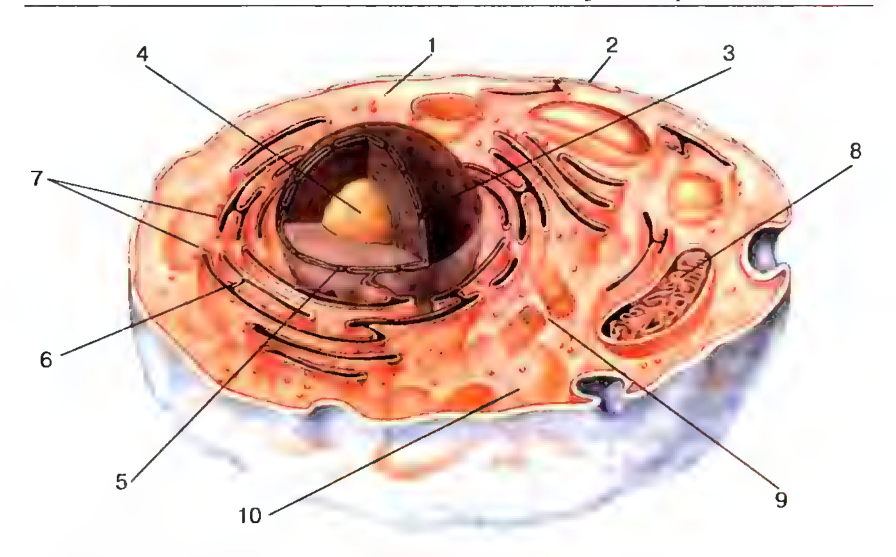



**Рис. 11.** *Клетка под электронным микроскопом:*
1 — *цитоплазма*; 2 — *клеточная мембрана*; 3 — *ядро*; 4 — *ядрышко*; 5 — *ядерная оболочка*; 6 — *мембраны эндоплазматической сети*; 7 — *рибосома*; 8 — *митохондрия*; 9 — *клеточный центр*; 10 — *лизосомы*

лучает воду, питательные вещества, кислород, через нее удаляются продукты клеточного обмена.

Пространство внутри клетки тоже разделено мембранами. Они образуют *эндоплазматическую сеть* — сеть канальцев, емкостей, полостей, где хранятся вещества, выработанные клеткой. Эндоплазматическая сеть — это своеобразная транспортная система, по которой вещества перемещаются внутри клетки. Благодаря ей поддерживается двусторонняя связь между ядром и цитоплазмой, а также между различными органоидами клетки.

На мембранах эндоплазматической сети располагаются *рибосомы*, на которых вырабатываются белки, специфичные для данной клетки. Состав и строение этих белков определены генами, которые посылают к рибосомам специальные вещества — *информационные РНК*.

*Митохондрии* участвуют в биологическом окислении веществ, за счет которого освобождается энергия, необходимая для жизнедеятельности клеток. Эти нитевидные образования, едва видимые в оптический микроскоп, называются энергетическими станциями клетки.

Благодаря биологическому окислению сложные органические вещества распадаются и выделяющаяся при этом энергия используется клетками для мышечного сокращения, выработки тепла, синтеза веществ, необходимых для формирования структур клетки. В клетках часто встречаются микроскопические пузырьки, *лизосомы*, в которых распадаются сложные органические вещества, подлежащие переработке или уничтожению.

**Связь между объемом и поверхностью клетки.** Размер клеток ограничен, поскольку с увеличением объема и массы клетки относительная ее поверхность уменьшается, и клетка уже не может получить нужного количества питательных веществ и выделить полностью продукты распада. Поэтому, достигнув определенного размера, она перестает увеличиваться в объеме.

**Деление клетки** — сложный процесс (рис. 12). Он начинается с того, что около каждой молекулы ДНК синтезируется ее двойник — такая же молекула. В хромосоме оказывается рядом пара одинаковых молекул ДНК, которые потом станут самостоятельными хромосомами дочерних клеток.

Перед делением ядро разбухает и увеличивается в размерах. Хромосомы скручиваются в спираль и становятся различимыми в оптический микроскоп. Ядерная оболочка исчезает. Органоиды клеточного центра расходятся к противоположным полюсам клетки, а между ними формируется «веретено» деления.

В следующей фазе деления хромосомы выстраиваются по экватору клетки. Парные молекулы ДНК каждой хромосомы связываются с соответствующими *центриолями*: одна молекула с одной центриолью, а ее двойник — с другой. Вскоре молекулы ДНК начинают расходиться, каждая к своему полюсу. Образуются два новых набора, состоящие из одинаковых хромосом и одинаковых генов. Хромосомы дочерних клеток образуют клубки. Вокруг них синтезируется ядерная оболочка. Скрученные ранее в спираль хромосомы полностью раскручиваются и перестают быть видимыми. После формирования ядра происходит деление органоидов, цитоплазма «перешнуровывается» на две половины, и образуются две полностью обособленные дочерние клетки.

**Жизненные процессы клетки.** Во всех без исключения клетках идут процессы *обмена веществ*. Из поступающих в клетку питательных веществ образуются сложные вещества (характерные для каждого типа клеток), формируются клеточ-

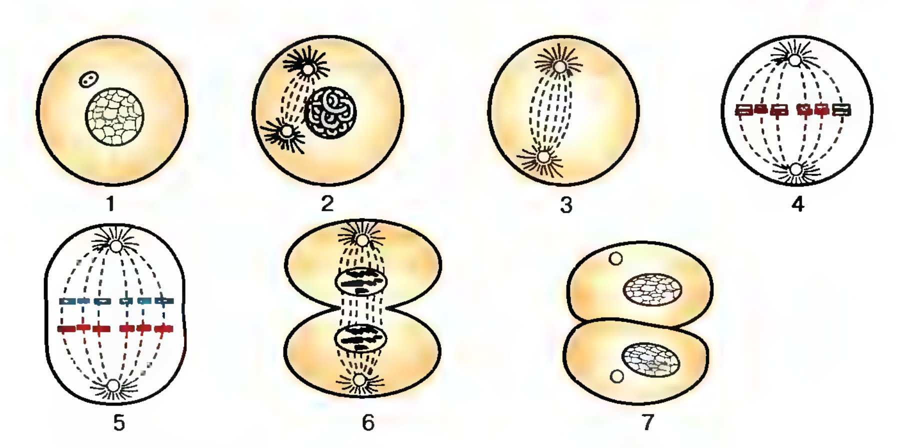



**Рис. 12.** *Деление клетки:*
1 — *клетка (между делениями) в состоянии покоя;* 2, 3, 4 — *образование видимых в оптический микроскоп хромосом, их расположение в области экватора клетки;* 5 — *расхождение хромосом;* 6 — *образование двух дочерних ядер, начало перешнуровывания цитоплазмы между дочерними клетками;* 7 — *образование двух дочерних клеток*

ные структуры. Параллельно с образованием новых веществ идут процессы биологического окисления органических веществ — белков, жиров, углеводов. При этом происходит выделение энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки. Продукты распада удаляются за ее пределы.

Ферменты. Синтез и распад веществ происходят благодаря действию *ферментов*. Это биологические катализаторы белковой природы, ускоряющие во много раз течение химических процессов. Каждый фермент действует только на определенные соединения. Они называются *субстратом* данного фермента.

Ферменты вырабатываются и в растительных и в животных клетках. Иногда их действия сходны. Так, фермент каталаза, находящийся в клетках стенки ротовой полости, мышцах, печени, способен расщеплять пероксид водорода. Это вредное соединение, образующееся в организме.

Проделаем опыт. Нальем в химический стакан пероксид водорода и опустим в него кусочки мелко нарезанного клубня картофеля. Жидкость вспенивается за счет образования пузырьков кислорода: $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{каталаза}} 2H_2O + O_2$; ядовитый пероксид водорода разлагается на безвредные кислород и воду.

Ферменты действуют как в клетках, так и вне клеток. При кипячении белки свертываются, а ферменты теряют активность. Выводят их из строя и некоторые химические вещества, например соли тяжелых металлов. (Если сварить картофель, реакции разложения пероксида водорода не будет.)

Рост и развитие клетки. В процессе жизнедеятельности происходят рост и развитие клеток. *Ростом* называют увеличение размеров и массы клетки, а *развитием* клетки — ее возрастные изменения, в том числе и достижение ею способности полностью выполнять свои функции. Например, для того чтобы костная клетка могла создавать твердое и прочное костное вещество, она должна созреть.

Покой и возбуждение клеток. Клетки могут находиться в состоянии *покоя* или в состоянии *возбуждения*.

При возбуждении клетка включается в работу и выполняет свои функции. Обычно переход к возбуждению связан с *раздражением*. Так, в ответ на раздражение нервная клетка посылает нервные импульсы; мышечная клетка сокращается, а железистая — выделяет секрет.

Следовательно, раздражение — это процесс воздействия на клетку. Оно может быть механическим, электрическим, тепловым, химическим и т. д. В ответ на раздражение клетка из состояния покоя переходит в состояние возбуждения, то есть активной работы.

Способность клетки отвечать на раздражение специфической реакцией называется *возбудимостью*. Наибольшей возбудимостью обладают мышечные и нервные клетки.

**Клеточная мембрана, ядро, цитоплазма, хромосомы, гены, ДНК, РНК, ядрышко, органоиды, эндоплазматическая сеть, рибосомы, митохондрии, лизосомы, центриоли, обмен веществ, рост, развитие, ферменты.**



1. В какой среде находятся клетки организма человека?
2. Какое значение имеет клеточная мембрана?
3. Каковы функции ядра и ядрышка?
4. Сколько хромосом имеют половые клетки — сперматозоид и яйцеклетка?
5. Назовите органоиды клетки.

!

1. В стиральные порошки иногда добавляют ферменты. Будут ли они действовать при кипячении белья и после него? Ответ поясните.
2. Ознакомьтесь с таблицей. Перечертите ее в тетрадь. В пустые графы впишите названия органоидов клетки в соответствии с их функциями.

**Функции различных органоидов и частей клетки**

| Функции органоидов и частей клетки | Части и органоиды клетки |
|---|---|
| Является транспортной системой, соединяющей ядро и цитоплазму, а также отдельные органоиды друг с другом | |
| Энергетические станции клетки | |
| Отделяет клетки от других клеток, неклеточного вещества и жидкости, в которой клетка находится | |
| Участки молекулы ДНК, ответственные за синтез определенных белков и контролирующие различные химические реакции | |
| Органоиды, на которых образуется белок | |

## § 8. Ткани

**1. Из какой ткани состоит кожа, стенки полости рта, ушные и носовые хрящи?**
**2. Можно ли ушную раковину считать тканью?**

**Образование тканей.** В начале деления все клетки развивающегося зародыша одинаковы, но затем происходит их специализация. Некоторые из них выделяют межклеточное вещество. Группы клеток и межклеточное вещество, имеющие сходное строение и происхождение, выполняющие общие функции, называются *тканями*. Каждый орган состоит из нескольких тканей, но одна из них, как правило, преобладает.

В организме животных и человека четыре группы основных тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная и нервная. В мышцах, например, преобладает мышечная ткань, но наряду

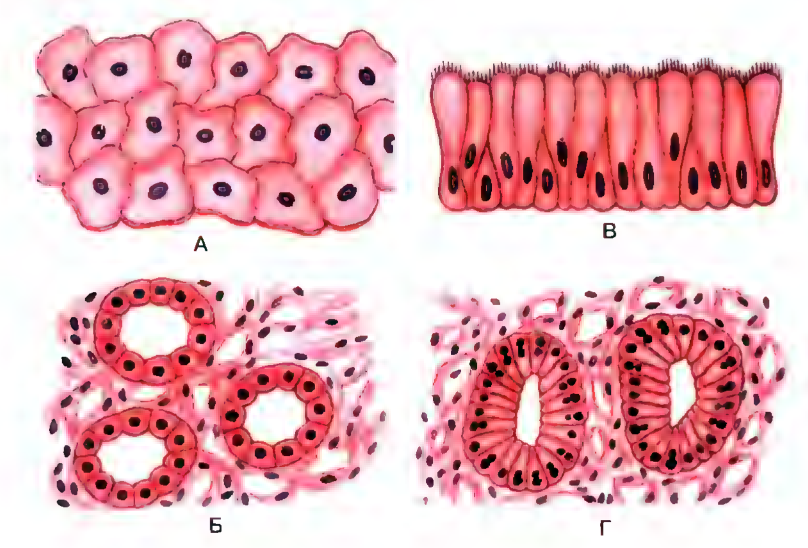



**Рис. 13.** *Эпителиальные ткани:*
А — *плоский эпителий*; Б — *кубический эпителий*; В — *мерцательный эпителий*; Г — *цилиндрический эпителий, выстилающий канальца почки, в которых образуется моча*

с ней встречаются и соединительная, и нервная. Ткань может состоять как из одинаковых, так и из различных клеток.

Межклеточное вещество тоже может быть однородным, как у хряща, но может включать различные структурные образования в виде эластичных лент, нитей, придающих тканям эластичность и упругость.

**Эпителиальные (покровные) ткани** (рис. 13) находятся на наружной поверхности кожи. Кроме того, они выстилают внутреннюю поверхность кровеносных сосудов, дыхательных путей, мочеточников. К эпителиальным тканям относится и железистая ткань, вырабатывающая различные секреты (пот, слюну, желудочный сок, сок поджелудочной железы).

Многообразие функций привело к значительному разнообразию эпителиальных тканей. Однако все они имеют ряд общих свойств. Их клетки располагаются тесными рядами в один или несколько слоев, имеют незначительное количество межклеточного вещества, могут слущиваться и заменяться новыми. В связи с разнообразием функций строение клеток эпителиальных тканей различается. Так, мерцательный эпителий дыхательных путей имеет реснички, с помощью кото-

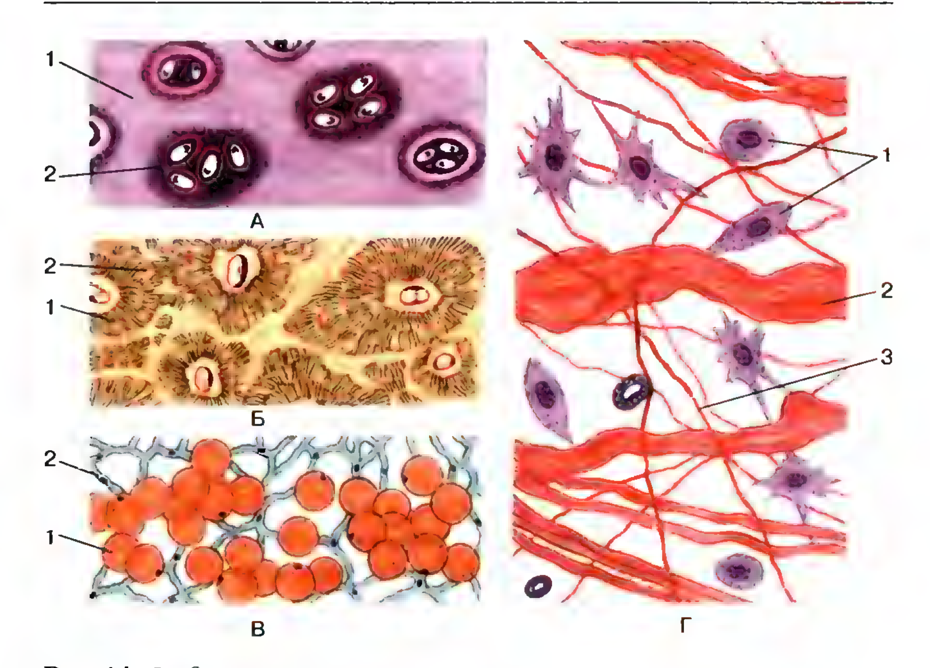



**Рис. 14.** *Соединительные ткани*:
А — *хрящ*: 1 — *неклеточное вещество*; 2 — *клетки*; Б — *кость*: 1 — *костные клетки*; 2 — *неклеточное вещество в форме пластинок. Их ряды выстилают полости, в которых проходят сосуды и нервы. Костные пластинки расположены в несколько рядов, радиально, по их периметру находятся клетки*; В — *жировая ткань*: 1 — *клетки*; 2 — *эластические волокна*; Г — *рыхлая соединительная ткань*: 1 — *клетки*; 2 — *коллагеновые волокна*; 3 — *эластические волокна*

рых удаляется пыль, осевшая на влажную поверхность трахеи и бронхов. Эпителиальные клетки желудка способны накапливать секрет в цитоплазме. Затем они отторгаются, попадают в полость желудка и там разрушаются, высвобождая желудочный сок.

**Соединительные ткани** (рис. 14) обладают еще большим разнообразием. К ним относятся опорные ткани — хрящевая и костная, жидкая ткань — кровь, эластичная рыхлая соединительная ткань, разделяющая мышечные волокна, жировая ткань, плотная соединительная ткань, входящая в состав сухожилий.

Все эти разнообразные ткани имеют общую особенность — наличие хорошо развитого межклеточного вещества, определяющего механические свойства ткани. В костной ткани оно

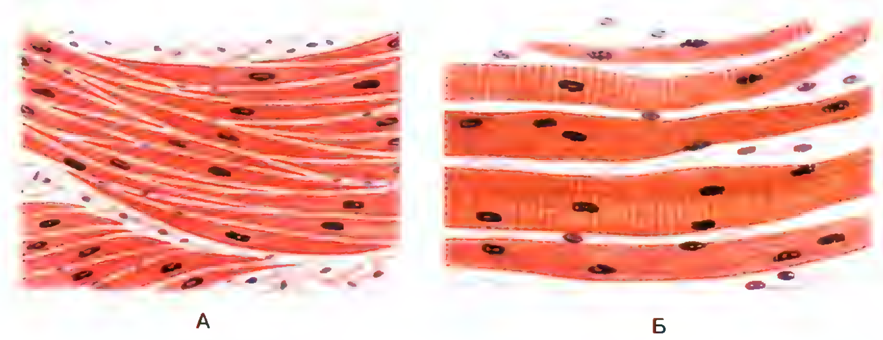



**Рис. 15.** *Мышечные ткани:*
А — *гладкая;* Б — *поперечнополосатая*

твердое и прочное, в хрящевой — прочное и эластичное. В крови оно жидкое, так как выполняет транспортную функцию.

Соединительная ткань встречается в оболочках органов, которым приходится сильно растягиваться: в матке, желудке, кровеносных сосудах и пр. Благодаря соединительной ткани кожа может смещаться относительно мышц и костей, к которым прикреплена.

В соединительной ткани есть клетки, способные бороться с микроорганизмами, а в случае поражения основной ткани какого-либо органа она способна заменить утраченные элементы. Так, образующиеся после ранений шрамы состоят из соединительной ткани. Правда, выполнять функции той ткани, которую соединительная ткань заменила, она не может.

**Свойства мышечной и нервной тканей.** Мышечная и нервная ткани реагируют на раздражение по-разному: нервная ткань вырабатывает нервные импульсы — электрохимические сигналы. С их помощью она регулирует работу клеток, связанных с нею. Мышечная ткань сокращается. Таким образом, нервная ткань обладает *возбудимостью* и *проводимостью*: при возбуждении проводит нервные импульсы. А мышечная ткань обладает *возбудимостью* и *сократимостью*.

**Разновидности мышечной ткани.** Существуют три разновидности мышечной ткани: гладкая, поперечнополосатая (рис. 15) и сердечная.

*Гладкая* мышечная ткань состоит из веретеновидных клеток с одним палочковидным ядром. Эта ткань обеспечивает работу кровеносных сосудов и внутренних органов, например желудка, кишечника, бронхов, то есть органов, работающих по-

мимо нашей воли, автоматически. С помощью гладких мышц изменяются размеры зрачка, кривизна хрусталика глаза и т. д.

*Поперечнополосатая* мышечная ткань образует скелетные мышцы, которые работают как рефлекторно, так и по нашей воле (произвольно), например перемещают тело в пространстве. Они способны как к быстрому сокращению, так и к длительному пребыванию в сокращенном или расслабленном состоянии. Поперечнополосатая мышечная ткань состоит из длинных многоядерных волокон. Ядра мышечного волокна обычно располагаются под наружной мембраной. Среднюю часть мышечного волокна занимают сократительные нити. Они состоят из чередующихся пластинок белков разной плотности (актина и миозина), поэтому в оптическом микроскопе кажутся исчерченными поперек (поперечнополосатыми).

*Сердечная* мышечная ткань тоже состоит из мышечных волокон, но они имеют ряд особенностей. Во-первых, здесь соседние мышечные волокна соединены между собой. Во-вторых, они имеют небольшое число ядер, расположенных в центре волокна. Благодаря такому строению возбуждение, возникшее в одном месте, быстро охватывает всю мышечную ткань, участвующую в сокращении.

**Нервная ткань** включает два типа клеток: собственно нервные клетки — *нейроны* и вспомогательные клетки — *нейроглии*.

Главная особенность нейронов — высокая возбудимость. Они получают сигналы из внешней и внутренней среды организма, проводят и перерабатывают их, что необходимо для управления работой органов. Нейроны собраны в очень сложные и многочисленные цепи, которые необходимы для получения, переработки, хранения и использования информации.

Нейроглия выполняет ряд вспомогательных функций. Например, питательные вещества из кровеносного сосуда поступают сначала в клетки нейроглии, там перерабатываются и только после этого попадают в нейроны. Клетки нейроглии выполняют и опорную роль, механически поддерживая нейроны.

*Нейрон* (рис. 16) состоит из тела и отростков. В теле нейрона находится ядро с округлыми ядрышками. Отростки нейрона различаются по строению, форме и функциям.

*Дендрит* — отросток, передающий возбуждение к телу нейрона. Чаще всего у нейрона несколько коротких разветвленных дендритов. Однако бывают нейроны, у которых имеется только один длинный дендрит.

*Аксон* — это длинный и единственный отросток, который передает информацию от тела нейрона к следующему нейрону или к рабочему органу. Аксон ветвится только на конце, образуя короткие веточки — терминали.

Часть длинного отростка дендрита или аксона, покрытая оболочками, называется *нервным волокном*. Напомним, что главные свойства нервной ткани — возбудимость и проводимость.

*Синапсы* образуются в местах контакта аксона с клетками, которым он передает информацию (рис. 16, Б). Эти участки аксона несколько утолщены, так как содержат пузырьки с раздражающей жидкостью. Когда нервные импульсы доходят до синапса, пузырьки лопаются, жидкость изливается в синаптическую щель и воздействует на оболочку клетки, принимающей информацию. Это может быть другой нейрон, мышечная или железистая клетка. В зависимости от состава и количества биологически активных веществ, содержащихся в жидкости, принимающая информацию клетка может возбудиться и

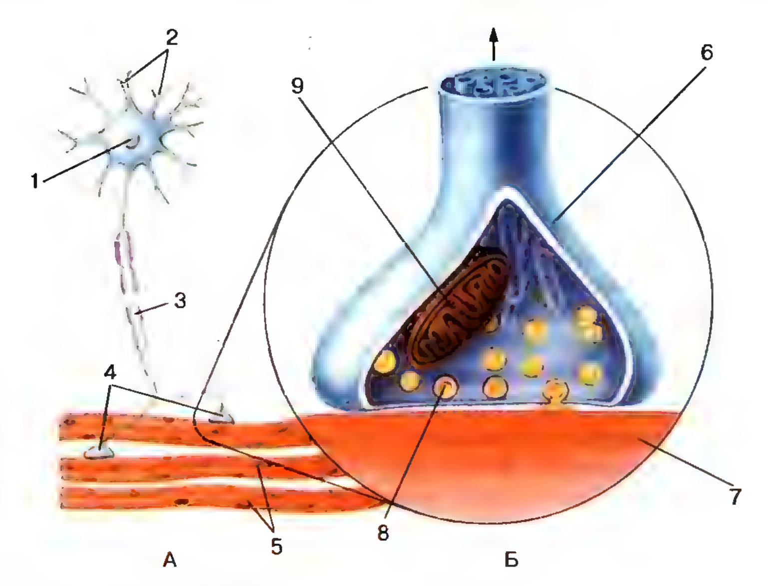



**Рис. 16.** *Строение нейрона:*
А — *нейрон*: 1 — *ядро, находящееся в теле нейрона*; 2 — *дендриты*; 3 — *аксон*; 4 — *синапс*; 5 — *волокна поперечнополосатой мышцы*; Б — *синапс (увеличен)*: 6 — *окончание аксона передающей клетки*; 7 — *клетка, воспринимающая информацию*; 8 — *пузырьки с биологически активным веществом*; 9 — *митохондрия*

усилить свою работу, либо затормозиться — ослабить или вовсе прекратить ее.

Воспринимающие информацию клетки обычно имеют много синапсов. Через одни из них они получают стимулирующие сигналы, через другие — отрицательные, тормозные. Все эти сигналы суммируются, после чего следует изменение работы.

**Эпителиальная, соединительная, гладкая и поперечнополосатая мышечные ткани, нервная ткань: тело нейрона, дендриты, аксон, нейроны, нейроглия, нервное волокно, синапс.**

?

**1.** Что называют тканью?
**2.** Какие ткани вы знаете?
**3.** Чем соединительная ткань отличается от эпителиальной?
**4.** Какие виды эпителиальной и соединительной ткани вы знаете?
**5.** Какими свойствами обладают клетки мышечной ткани — гладкой, поперечнополосатой, сердечной?
**6.** Какие функции выполняют клетки нейроглии?
**7.** Каково строение и свойства нейронов?
**8.** Каковы различия по строению и функциям между дендритами и аксонами?
**9.** Что такое синапс?

!

**1.** Отыщите у себя или у своих знакомых на коже шрамы. Определите, из какой ткани они состоят. Объясните, почему они не загорают и отличаются по структуре от здоровых участков кожи.
**2.** Просмотрите под микроскопом образцы эпителиальной и соединительной тканей. С помощью рисунков 13 и 14 расскажите об их строении.
**3.** На рисунке 16 найдите тело нейрона, ядро, дендриты и аксон. Определите, в каком направлении пойдут нервные импульсы, если клетка будет возбуждена.
**4.** Известно, что грудную и брюшную полости разделяет диафрагма, участвующая в дыхании. Из гладких или поперечнополосатых мышц она состоит? Задержите дыхание, сделайте произвольный вдох и выдох и ответьте на этот вопрос.
**5.** Допустим, в синаптических пузырьках находятся возбуждающие биологически активные вещества. Обозначьте их на

своем рисунке знаком «+». Изобразите ситуацию, при которой передающий нейрон возбуждает принимающий.

6. Повторите рисунок синапса у себя в тетради, но на этот раз изобразите тормозящие биологически активные вещества, обозначив их знаком «–». Изобразите ситуацию, при которой передающий нейрон затормаживает принимающий нейрон.

## § 9. Рефлекторная регуляция

**1. Что входит в состав центральной нервной системы, а что — в состав периферической?**
**2. Что такое рефлекс?**
**3. Что такое рефлекторная дуга?**

**Центральная и периферическая нервная система.** Большинство нейронов находятся в *головном* и *спинном мозге*. Они составляют *центральную нервную систему*. Часть этих нейронов выходит за пределы центральной нервной системы: их длинные отростки объединяются в пучки, которые в составе *нервов* идут ко всем органам тела. Одни из них (чувствительные нервные волокна) получают информацию от органов о событиях, происходящих во внешней среде. Другие (исполнительные) передают команды мозга, управляющие органами и направляющие их действия. И та и другая информация передается (как вы уже знаете) в виде электрохимических сигналов — нервных импульсов.

Кроме нервов, вне центральной нервной системы встречаются скопления тел нейронов — это *нервные узлы*. Нервы и нервные узлы представляют собой *периферическую часть нервной системы*. Одни нервные узлы здесь принимают первичную информацию, обрабатывают ее и после этого передают в центральную нервную систему. Другие нервные узлы обрабатывают сигналы, поступающие из центральной нервной системы к внутренним органам.

**Рефлекс и рефлекторная дуга.** *Рефлексом* называют ответ организма на раздражение, происходящий при участии центральной нервной системы и под ее контролем.

Рефлексы обычно имеют целесообразный характер. У человека, как и у животных, имеется много рефлексов: пищевых, оборонительных, ориентировочных. Непроизвольно мы отдергиваем руку от горячего предмета, поворачиваем голову в сто-

рону неожиданного звука. Это примеры врожденных — *безусловных рефлексов*, знакомых вам по разделу курса биологии «Животные».

Безусловные рефлексы являются результатом эволюции вида и сохранились благодаря естественному отбору. Они одинаковы у всех людей и у животных одного и того же пола и возраста, принадлежащих к одному виду. Виды животных различаются не только строением и функциями своих органов, но и набором врожденных рефлексов, что является видовым признаком.

Рефлексы, приобретенные в процессе жизни, называются *условными*. В зависимости от того, достигается полезный для организма результат или нет, они остаются, изменяются или исчезают.

Рефлекс начинается с раздражения рецепторов. *Рецепторы* — это окончания чувствительных нервных волокон или специальные чувствительные клетки, преобразующие раздражение в нервные импульсы. По чувствительным нейронам возникшие в рецепторах импульсы достигают центральной нервной системы. Там эта информация обрабатывается вставочными нейронами. Последние находятся в пределах центральной нервной системы. После этого сигналы получают исполнительные нейроны, от которых зависит ответ. Они возбуждаются и посылают сигналы, вызывая работу мышц, желез, внутренних органов, благодаря которым достигается нужный эффект. Скопления нейронов центральной нервной системы, вызывающих то или иное рефлекторное действие, называют *рефлекторными центрами* этих рефлексов. Они находятся в спинном мозге и в различных отделах головного мозга.

*Рефлекторной дугой* называют путь, по которому сигналы от рецептора идут к исполнительному органу. В рефлекторную дугу входят рецепторы, чувствительные нейроны, вставочные нейроны, исполнительные нейроны и рабочий орган.

В качестве примера рассмотрим мигательный рефлекс. Для этого проведем простой опыт. Тем, кто носит очки, предлагаем на время опыта их снять. Опыт можно проводить лишь чистыми руками. Использование карандашей и других предметов для раздражения кожи и век недопустимо.

*Ход опыта 1.* Осторожно прикоснитесь рукой к углу глаза со стороны носа, со стороны щеки, а также к ресницам и бровям. Отметьте те области, раздражение которых вызывает непроизвольное мигание, знаком «+».

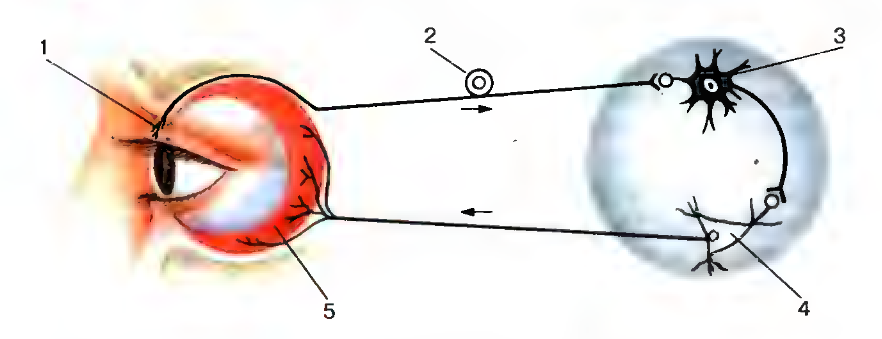



**Рис. 17.** *Схема рефлекторной дуги мигательного рефлекса:* 1 — *рецептор;* 2 — *чувствительный нейрон, находящийся в нервном узле;* 3 — *вставочный нейрон;* 4 — *двигательный нейрон;* 5 — *круговая мышца глаза, смыкающая веки*

Рефлексогенной зоной называют участки, где расположены рецепторы, вызывающие при раздражении данный рефлекс, в нашем случае мигание. Опыт показывает, что таких рецепторов много во внутреннем углу глаза, в коже век и ресницах, но почти нет в наружном углу глаза.

При раздражении рецепторов раздражаются *чувствительные* нейроны. Их тела находятся в нервном узле, вне центральной нервной системы. Аксоны этих нейронов идут в продолговатый мозг, где находятся *вставочные* нейроны. Они передают информацию в высшие отделы головного мозга и в участки продолговатого мозга, где находятся центры мигательного рефлекса. От *исполнительных* нейронов возбуждение идет к круговым мышцам глаз, и оба глаза на короткое время закрываются (мигают).

Путь, по которому проходят нервные импульсы от рецептора до рабочего органа, называют *рефлекторной дугой* (рис. 17). Рефлекторная дуга является простейшей нейронной цепью. Она включает рецептор, чувствительный нейрон, вставочные нейроны и исполнительные нейроны. Чувствительные нейроны несут информацию в мозг. Вставочные нейроны обрабатывают ее в пределах мозга, исполнительные нейроны приводят в действие рабочие органы.

При проведении опыта вы чувствуете прикосновение к коже, мигание. Это происходит потому, что наряду с прямыми связями, заставляющими органы работать (приказы от мозга), к мозгу идет по каналам обратной связи информация об ответной реакции.

**1.** Используя рисунок 17, зарисуйте рефлекторную дугу мигательного рефлекса и укажите ее части.

**2.** Прикоснитесь осторожно к внутреннему углу глаза несколько раз. Определите, после скольких прикосновений мигательный рефлекс затормозится.

Проанализируйте эти явления и укажите их возможные причины. Выясните, какие процессы могли происходить в синапсах рефлекторной дуги в первом и во втором случаях.

**3.** Проверьте возможность с помощью волевого усилия затормозить мигательный рефлекс. Объясните, почему это удалось.

**4.** Вспомните, как проявляется мигательный рефлекс, когда в глаз попадает соринка. Проанализируйте ваше поведение с точки зрения учения о прямых и обратных связях.

**5.** Сделайте вывод о значении мигательного рефлекса.

---

**Центральная и периферическая части нервной системы, рефлекс, рефлекторная дуга, рецептор, чувствительный нейрон, вставочный нейрон, исполнительный нейрон, рабочий орган, рефлексогенная зона, прямые и обратные связи.**

---



1. Что такое рефлекс и рефлекторная дуга? Приведите пример рефлекторной дуги.
2. Как называются врожденные рефлексы и рефлексы, приобретенные в процессе жизни?
3. Какими свойствами обладают рецепторы?
4. Какую функцию выполняют вставочные и исполнительные нейроны?
5. Каковы свойства синапсов?
6. Объясните действие прямых и обратных связей в нервной системе.

## *Основные положения главы 3*

Человеческий организм состоит из клеток, клетки образуют ткани, ткани — органы, органы — системы органов, а те — организм в целом. В организме различают покровы тела, костно-мышечный каркас, грудную и брюшную полости тела и находящиеся в них внутренние органы. Головной и спинной мозг защищены костями черепа и позвоночника.

Среду, в которой находится организм, называют внешней, внутренней средой называют среду, в которой функционируют клетки тела. По форме и строению клетки разнообразны,

но по структуре сходны. Каждая клетка обособлена клеточной мембраной. Ядро клетки содержит хромосомы, в которых заключен наследственный аппарат клетки. Участки ДНК, ответственные за синтез определенного белка и контролирующие определенные наследственные признаки, называются генами. В цитоплазме клетки имеются органоиды: рибосомы, митохондрии, мембраны эндоплазматической сети, центриоли. Они участвуют в синтезе белка, биологическом окислении органических веществ и в других процессах. Благодаря процессам обмена веществ и энергии клетка может выполнять свои функции, расти, развиваться и делиться. Существенную роль в обмене веществ играют ферменты. Клетки могут находиться в состоянии возбуждения или в состоянии покоя.

В организме различают четыре вида ткани: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную. Эпителиальная участвует в формировании покровов и желез, соединительная в формировании костей, хрящей, крови, жировых и других образований. Мышечная ткань способна сокращаться. Она подразделяется на гладкую и поперечнополосатую. Нервная ткань специализируется на приеме и передаче информации. Главными ее элементами являются нейроны. Они состоят из тела и отростков: дендритов и аксона. Дендриты получают информацию, передают ее телу нейрона. Аксон передает информацию другим клеткам. В местах контакта аксона с этими клетками образуются синапсы. При поступлении нервного импульса аксон выделяет в синаптическую щель вещества, вызывающие возбуждение или торможение клетки. В первом случае клетка усиливает или начинает деятельность, во втором ее ослабляет или прекращает.

Нейроны образуют цепи. Простейшая из них называется рефлекторной дугой. Она состоит из рецептора, воспринимающего информацию и по чувствующему нейрону передающего ее в мозг; вставочных клеток, которые ее обрабатывают, и исполнительных нейронов, которые приводят в действие рабочие органы; мышцы, железы. Так осуществляется рефлекторная регуляция. В ней участвует центральная нервная система: спинной и головной мозг и периферическая нервная система — нервы и нервные узлы.

Глава 4

# Опорно-двигательная система



## Из этой главы вы узнаете

*о строении и функциях скелета и мышц, о приспособлении организма к труду и прямохождению, о нервной регуляции работы мышц движений, о тренировочном эффекте и вреде гиподинамии*

## Вы научитесь

*выявлять нарушение осанки и плоскостопие, оказывать первую помощь при ушибах, переломах костей, растяжениях связок и вывихах*

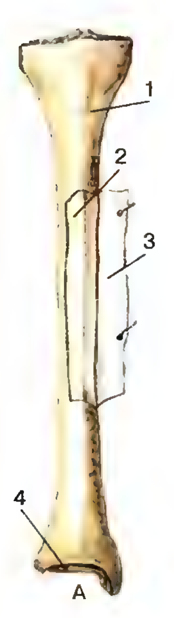
# § 10. Значение опорно-двигательной системы, ее состав. Строение костей

**1. Какие качества кости обеспечивают ее легкость и прочность?**
**2. Почему костную ткань относят к соединительной?**

**Скелет и мышцы.** Опорно-двигательную систему нередко называют костно-мышечной, поскольку скелет и мышцы функционируют вместе. Они определяют форму тела, обеспечивают опорную, защитную и двигательную функции.

*Опорная* функция проявляется в том, что кости скелета и мышцы образуют прочный каркас, определяющий положение внутренних органов и не дающий им возможности смещаться.

Кости скелета *защищают органы* от травм. Так, спинной и головной мозг находятся в костном «футляре»: головной мозг защищен черепом, спинной — позвоночником. Грудная клетка закрывает сердце и легкие, дыхательные пути, пищевод и крупные кровеносные сосуды. Органы брюшной полости сза-



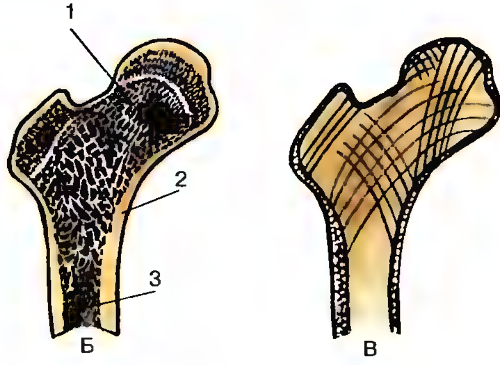




**Рис. 18.** *Строение костей конечности:*
А — *большеберцовая кость*: 1 — *надкостница (наружная поверхность)*; 2 — *компактное вещество кости*; 3 — *внутренняя поверхность надкостницы*; 4 — *суставный хрящ*; Б — *распил головки бедренной кости*: 1 — *губчатое вещество*; 2 — *компактное вещество*; 3 — *костномозговая полость*; В — *ориентация перекладин губчатого вещества*

ди защищены позвоночником, снизу — тазовыми костями, спереди — мышцами брюшного пресса.

*Двигательная* функция возможна только при условии взаимодействия мышц и костей скелета, так как мышцы приводят в движение костные рычаги.

Большинство костей скелета соединено подвижно с помощью суставов. Мышца прикрепляется одним концом к одной кости, образующей сустав, другим концом — к другой кости. При сокращении мышца приводит кости в движение. Благодаря мышцам противоположного действия кости могут не только совершать те или иные движения, но и фиксироваться относительно друг друга.

Кости и мышцы принимают участие в обмене веществ, в частности в обмене фосфора и кальция.

**Химический состав костей.** Если сжечь кость, она почернеет от углерода, оставшегося от сгорания органических веществ. Если выгорит и углерод, получится белый остаток, чрезвычайно твердый, но хрупкий. Это минеральное вещество кости.

Чтобы определить свойства органических веществ кости, надо удалить минеральные вещества с помощью соляной кислоты. Кость при этом сохранит свою форму. Но свойства кости резко изменятся. Она станет настолько гибкой, что ее можно будет завязать узлом. Гибкость кости зависит от наличия органических веществ, твердость — от неорганических.

Сочетание твердого, хотя и хрупкого неорганического вещества и эластичного органического вещества придает костям и прочность, и упругость. Наиболее прочны кости человека в его зрелом возрасте (от 20 до 40 лет). У детей в костях относительно велика доля органических веществ. Поэтому детские кости редко ломаются, но легко деформируются под влиянием неправильной позы или неравномерной нагрузки. У пожилых людей в костях увеличивается доля минеральных веществ. Поэтому их кости становятся более ломкими.

**Макроскопическое строение кости.** Кости покрыты плотной соединительной тканью — *надкостницей*, которая примыкает к компактному веществу кости. Компактное вещество переходит в губчатое (рис. 18, А и Б). Последнее состоит из костных перемычек и балок, которые образуют многочисленные ячейки. В них находится *красный костный мозг*. Его клетки выполняют кроветворную функцию — формируют клетки крови. Внутри длинных костей имеется костномозговая полость. Она заполнена *желтым костным мозгом*. Он состоит

из клеток жировой и кроветворной соединительной ткани (рис. 18, Б, В) и играет роль резерва на случай, когда красный костный мозг не справляется с работой.

**Микроскопическое строение кости.** Компактное вещество кости состоит из микроскопических ячеек и канальцев, по которым из надкостницы в кость входят многочисленные кровеносные сосуды и нервы. Стенки костных канальцев выложены рядами радиально расположенных костных пластинок (рис. 19). Это неклеточное вещество кости. Наличие неклеточного вещества характерно для любой соединительной ткани. Костные клетки, образующие эти пластинки, располагаются по наружному периметру этих колец.

**Типы костей.** По типу строения различают трубчатые, губчатые, плоские кости.

*Трубчатые кости* имеют вид цилиндров с утолщенными краевыми концами. Они служат длинными прочными рычагами, за счет которых человек может передвигаться в пространстве или поднимать тяжести. К трубчатым костям относятся кости плеча, предплечья, бедра и голени. Трубчатые кости покрыты надкостницей, за исключением суставных поверхностей. За надкостницей следует слой *компактного плотного вещества*. На конечных участках кости компактное вещество переходит в *губчатое*, которое заполняет концы костей. В средней части кости губчатого вещества нет, там находится костномозговая полость, заполненная желтым костным мозгом. Красный костный мозг сохраняется в губчатом веществе концевых участков кости.

В толщину трубчатые кости растут за счет надкостницы. Однако масса кости увеличивается незначительно, потому что стенки костномозговой полости содержат клетки, растворяющие кость. Благодаря сложной и согласованной работе тех и других клеток достигается оптимальная прочность кости при наименьших массе и затрате материала.

Рост в длину трубчатых костей происходит за счет зон роста и завершается к 20—25 годам. Зоны роста находятся недалеко от концевых участков костей. Они состоят из хрящевой ткани, которая по мере роста кости замещается костной тканью.

*Губчатые кости* имеют на поверхности довольно тонкое компактное вещество, под которым находится губчатое вещество, заполненное красным костным мозгом. К губчатым костям относятся кости тел позвонков, грудины, мелкие кости кисти и стопы. В основном губчатые кости несут опорную функцию.

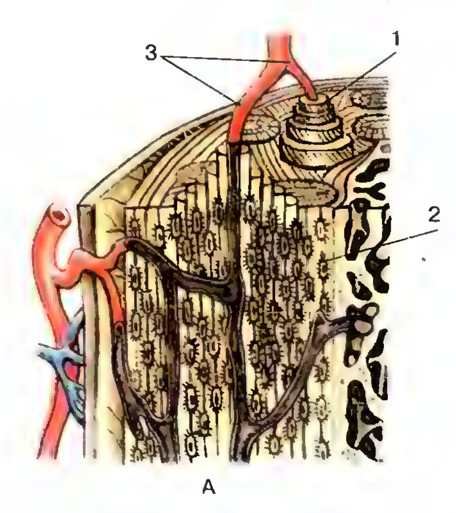






**Рис. 19.** *Микроскопическое строение компактного вещества кости:* А — *в объемном изображении:* 1 — *концентрические цилиндры, образованные костными пластинками;* 2 — *костные клетки;* 3 — *кровеносные сосуды, проходящие в костных полостях внутри цилиндров;* Б — *на поперечном срезе*

*Плоские кости* выполняют в основном защитную функцию. Они состоят из двух параллельных пластинок компактного вещества, между которыми крест-накрест располагается, как балки, губчатое вещество. К плоским костям относятся кости, образующие свод черепа.

**Скелет, мышцы, надкостница, компактное, губчатое вещество кости, костномозговая полость, красный костный мозг, желтый костный мозг; костные ткани, костные пластинки, клетки, образующие кость и растворяющие кость; типы костей: трубчатые, губчатые, плоские; зоны роста трубчатых костей.**



**1.** Почему скелет и мышцы относят к единой системе органов?

**2.** В чем заключаются опорная, защитная и двигательная функции скелета и мышц?

**3.** Каков химический состав костей? Как можно выяснить свойства его компонентов?

**4.** Объясните, почему искривления костей чаще бывают у детей, а переломы — у пожилых людей.

! 1. Рассмотрите рисунок 18, А, Б и В. Сравните его с препаратом распила натуральной кости. Найдите надкостницу, компактное вещество, губчатое вещество, костномозговую полость.
2. Рассмотрите рисунок 18, Б и В. Объясните, почему перекладины губчатого вещества ориентированы по направлению сил сжатия и растяжения кости.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

### *Микроскопическое строение кости*

*Оборудование*: микроскоп, постоянный препарат «Костная ткань».

*Ход работы*

1. Рассмотрите при малом увеличении микроскопа костную ткань. С помощью рисунка 19, А и Б определите: поперечный или продольный срез вы рассматриваете?

2. Найдите канальцы, по которым проходили сосуды и нервы. На поперечном срезе они имеют вид прозрачного кружка или овала.

3. Найдите костные клетки, которые находятся между кольцами и имеют вид черных паучков. Они выделяют пластинки костного вещества, которые потом пропитываются минеральными солями.

4. Подумайте, почему компактное вещество состоит из многочисленных трубочек с прочными стенками. Как это способствует прочности кости при наименьшем расходе материала и массы костного вещества? Почему корпус самолета делают из прочных дюралюминиевых трубчатых конструкций, а не из листового проката?

## § 11. Скелет человека. Осевой скелет

**1. Что такое скелет?**
**2. На какие части он подразделяется?**
**3. Почему череп и скелет туловища относят к осевому скелету?**
**4. Как он приспособлен к прямохождению?**
**5. Почему можно кивать и качать головой?**

**Функция скелета.** *Скелетом* называют совокупность костей, хрящей и укрепляющих их связок. Они определяют форму тела, служат опорой мягким частям, защищают внутренние органы от механических повреждений.

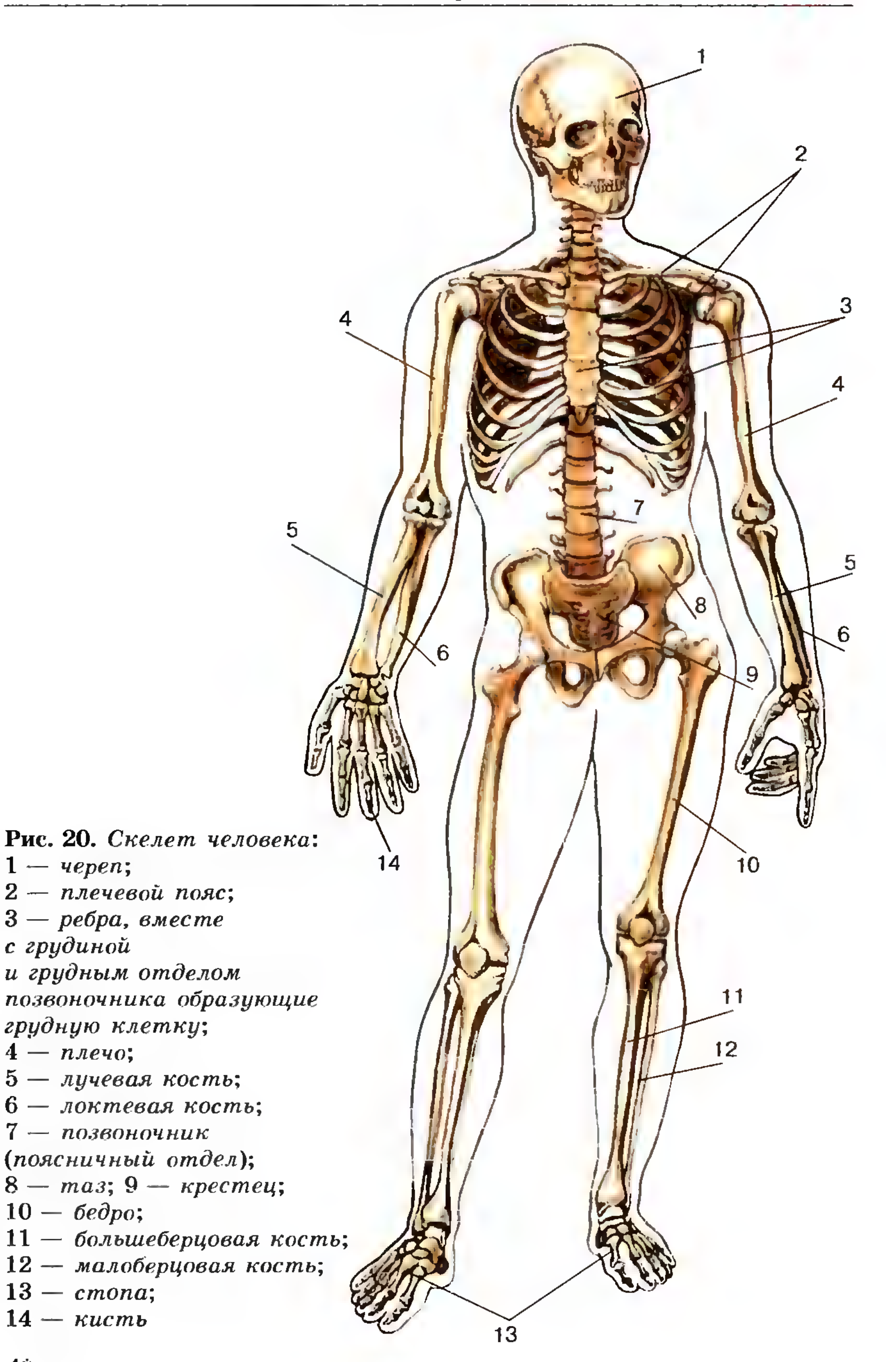



**Рис. 20.** *Скелет человека*:
1 — *череп*;
2 — *плечевой пояс*;
3 — *ребра, вместе с грудиной и грудным отделом позвоночника образующие грудную клетку*;
4 — *плечо*;
5 — *лучевая кость*;
6 — *локтевая кость*;
7 — *позвоночник (поясничный отдел)*;
8 — *таз*; 9 — *крестец*;
10 — *бедро*;
11 — *большеберцовая кость*;
12 — *малоберцовая кость*;
13 — *стопа*;
14 — *кисть*

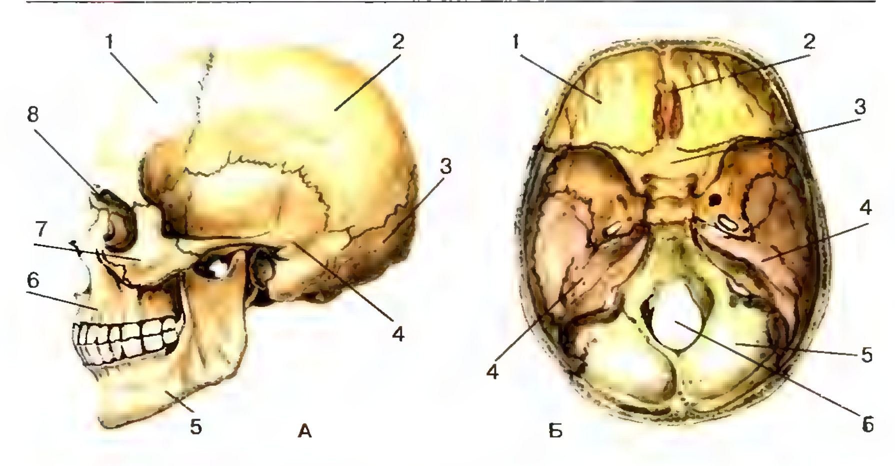


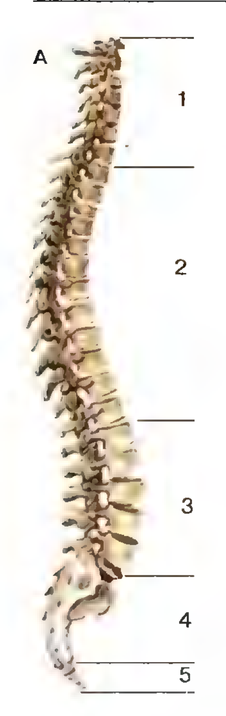

**Рис. 21.** *Череп человека:*
А — *вид в профиль*: 1 — *лобная кость*; 2 — *теменная кость*; 3 — *затылочная кость*; 4 — *височная кость*; 5 — *нижняя челюсть*; 6 — *верхняя челюсть*; 7 — *скуловая кость*; 8 — *глазница*;
Б — *дно мозговой части черепа*: 1 — *чешуя лобной кости*; 2 — *решетчатая кость*; 3 — *клиновидная кость*; 4 — *пирамидный отросток височной кости*; 5 — *затылочная кость*; 6 — *затылочное отверстие*

**Осевой скелет.** В скелете человека различают *осевой скелет* и *добавочный скелет*. Осевой скелет объединяет череп и скелет туловища. Добавочный скелет состоит из костей поясов конечностей и скелета свободных конечностей (рис. 20).

**Череп** (рис. 21) определяет форму головы, защищает головной мозг, органы слуха, обоняния, зрения, служит местом прикрепления мышц, участвующих в мимике. В черепе различают *мозговой* и *лицевой* отделы. Верхняя часть мозгового отдела образована непарными лобными и затылочными костями и парными теменными и височными костями. Они образуют свод черепа. В основании мозгового отдела черепа находятся клиновидная кость и пирамидные отростки височных костей, в которых расположены рецепторы слуха и органа равновесия. В мозговой части черепа находится головной мозг.

К лицевому отделу черепа относятся верхняя и нижняя челюсти, скуловые, носовые и решетчатая кости. Форму носовых полостей определяет решетчатая кость. В ней находится орган обоняния.

Кости мозгового и лицевого черепа неподвижно соединены между собой, за исключением нижней челюсти. Она может двигаться не только вверх и вниз, но и влево-вправо, вперед-назад.



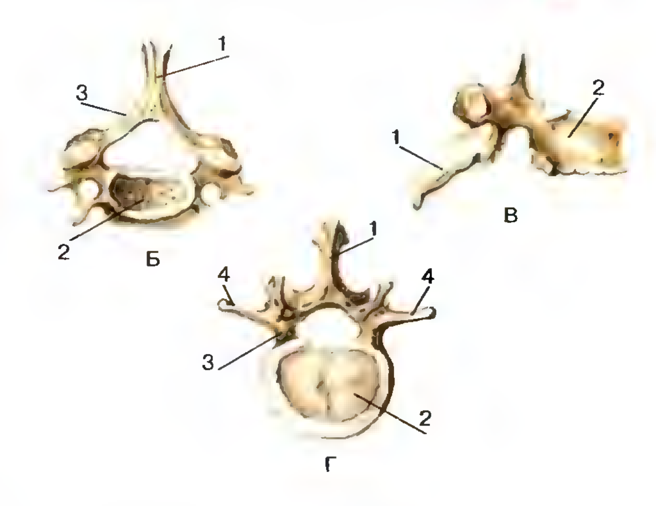




**Рис. 22.** *Позвоночник.* А — *отделы позвоночника:* 1 — *шейный;* 2 — *грудной;* 3 — *поясничный;* 4 — *крестцовый;* 5 — *копчиковый.* *Позвонки:* Б — *шейного отдела;* В — *грудного отдела;* Г — *поясничного отдела;* 1 — *задний отросток;* 2 — *тело позвонка;* 3 — *дуга;* 4 — *боковые отростки*

Это позволяет пережевывать пищу и членораздельно говорить. Нижняя челюсть снабжена подбородочным выступом, к которому прикрепляются мышцы, участвующие в речи.

**Скелет туловища.** Основу скелета туловища составляет *позвоночник* (рис. 22, А). Он образован отдельными *позвонками* (рис. 22, Б, В, Г.). Каждый позвонок имеет *тело, дугу* и *отростки*. Тело и дуга позвонка образуют кольцо. Позвонки расположены один под другим так, что их кольца образуют *позвоночный канал*. В нем находится спинной мозг (рис. 23).

Между телами позвонков лежат *межпозвоночные хрящевые диски*. Они придают позвоночному столбу подвижность, упругость и смягчают сотрясения при беге, ходьбе, прыжках.

Позвоночник человека имеет *четыре изгиба: шейный, грудной, поясничный, крестцовый* (у млекопитающих животных — только шейный и крестцовый). Благодаря S-образной изогнутости позвоночник способен пружинить и выполнять роль рессоры, уменьшая толчки при движении. Это тоже приспособление к прямохождению.

В позвоночнике различают *отделы: шейный, грудной, поясничный, крестцовый, копчиковый* (рис. 22).

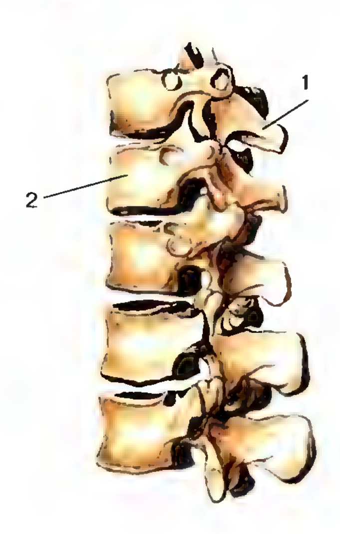



**Рис. 23.** *Участок позвоночного столба (хрящевые диски не показаны):* 1 — *задние отростки;* 2 — *тела позвонков*

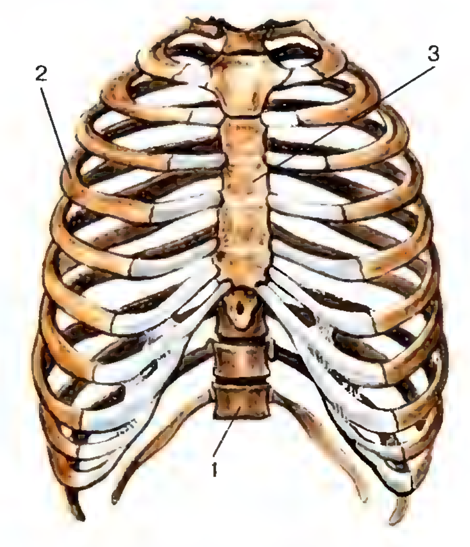



**Рис. 25.** *Грудная клетка:* 1 — *грудной отдел позвоночника;* 2 — *ребра;* 3 — *грудина*

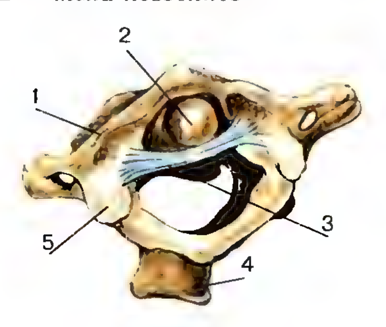



**Рис. 24.** *Два первых шейных позвонка:*
1 — *первый шейный позвонок (без тела);* 2 — *зуб второго шейного позвонка, образованный путем срастания тел первого и второго шейных позвонков;*
3 — *связка, разделяющая костный зуб и спинной мозг;*
4 — *второй шейный позвонок;*
5 — *мыщелки первого шейного позвонка*

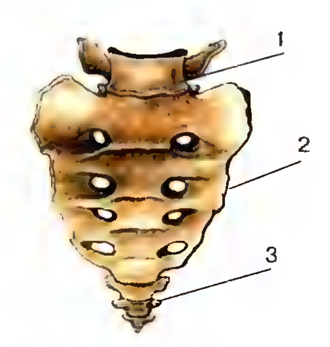



**Рис. 26.** *Крестцовый и копчиковый отделы позвоночника:*
1 — *пятый поясничный позвонок;* 2 — *крестец;* 3 — *копчик*

Как у всех млекопитающих, в *шейном отделе* позвоночника человека семь позвонков. С первым шейным позвонком череп сочленяется при помощи двух мыщелков. Благодаря этому сочленению можно поднимать и опускать голову. Любопытно, что первый шейный позвонок не имеет тела: оно приросло к телу второго шейного позвонка и образовало зуб: ось, вокруг которой в горизонтальной плоскости вращается первый шейный позвонок вместе с головой, когда жестом мы показываем отрицание (рис. 24). От спинного мозга зуб отделяет связка из соединительной ткани. Особенно непрочна она у грудных детей, поэтому их головку необходимо поддерживать во избежание травмы.

За шейным отделом следует грудной отдел позвоночника. Он состоит из 12 позвонков, к которым прикрепляются *ребра*. Из них 10 пар ребер с помощью хрящей прикрепляются другими концами к грудине. Две нижние пары ребер оканчиваются свободно. Грудной отдел позвоночника, ребра и грудина образуют *грудную клетку* (рис. 25).

За грудным отделом следует *поясничный отдел*. Он состоит из 5 позвонков, достаточно массивных, поскольку им приходится выдерживать основную тяжесть тела.

Следующий отдел состоит из 5 сросшихся позвонков, составляющих одну кость — *крестец* (рис. 26). Если поясничный отдел обладает высокой подвижностью, то крестцовый неподвижен и очень прочен. При вертикальном положении тела на него падает значительная нагрузка.

Наконец, последний отдел позвоночника — *копчик*. Он состоит из 4—5 сросшихся маленьких позвонков.

---

**Осевой скелет, добавочный скелет, мозговой и лицевой отделы черепа, позвонок, межпозвоночный диск, отделы позвоночника: шейный, грудной, поясничный, крестцовый, копчиковый; позвоночный канал, грудная клетка, ребра, грудина.**

---



**1.** Какие части скелета относятся к осевому скелету, а какие — к добавочному?
**2.** Каково значение межпозвоночных хрящевых дисков?
**3.** Какое значение имеет неподвижное соединение костей черепа, за исключением нижней челюсти?
**4.** Как череп прикрепляется к позвоночнику? Почему головку новорожденного надо придерживать?

1. Объясните значение S-образного изгиба позвоночника человека.
2. Расскажите о строении и функциях грудной клетки.
3. Нагните голову и прощупайте на границе шейного и грудного отделов седьмой шейный позвонок.

## § 12. Скелет поясов и свободных конечностей: добавочный скелет. Соединение костей

**1. Какие отделы составляют добавочный скелет?**
**2. В чем проявляется приспособление верхних конечностей к труду, а нижних конечностей к опоре?**
**3. Какие функции выполняют неподвижные, полуподвижные и подвижные соединения костей (суставы)?**

К добавочному скелету относятся верхние и нижние конечности и их пояса.

**Скелет верхней конечности** состоит из скелета плечевого пояса и скелета свободной конечности. Он приспособлен к выполнению разнообразных трудовых движений и отличается большой подвижностью (рис. 27).

*Плечевой пояс* включает две *лопатки* и две *ключицы*. С осевым скелетом соединены суставами только ключицы. Каждая из них одним концом сочленяется с грудиной, другим — с лопаткой и плечевой костью руки. Лопатки же лежат свободно среди спинных мышц и при необходимости участвуют вместе с ключицами в движении руки. Так, подъем руки над головой возможен с участием плечевого пояса: движение происходит в грудинно-ключичном суставе (рис. 28).

**Скелет руки** (свободной верхней конечности) состоит из *плечевой кости*, двух костей *предплечья* — *локтевой* и *лучевой*, а также костей *кисти*. В кисти три части: *запястье*, *пястье* и *фаланги пальцев* (см. рис. 27).

Большой палец руки противопоставлен четырем другим пальцам и с каждым может образовать кольцо. Благодаря этому человек может выполнять мелкие и точные движения, необходимые для трудовой деятельности. Подвижное сочлене-

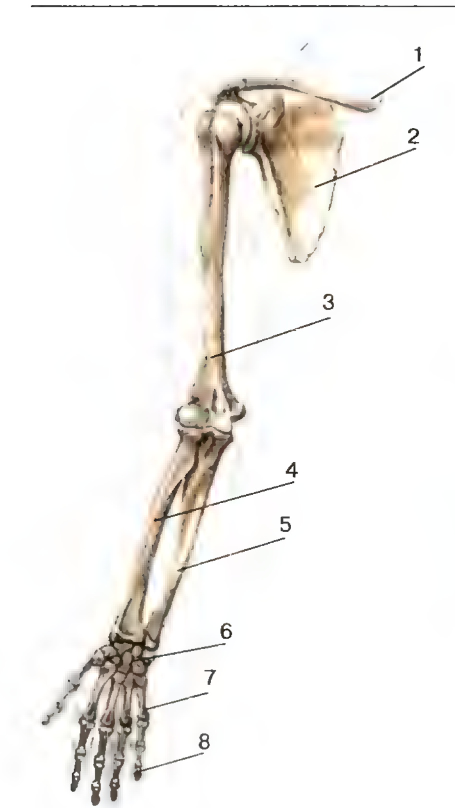



**Рис. 27.** *Скелет плечевого пояса и руки:*
1 — *ключица*; 2 — *лопатка*; 3 — *плечевая кость*; 4 — *лучевая кость*; 5 — *локтевая кость*; 6 — *запястье*; 7 — *пястье*; 8 — *фаланги пальцев*

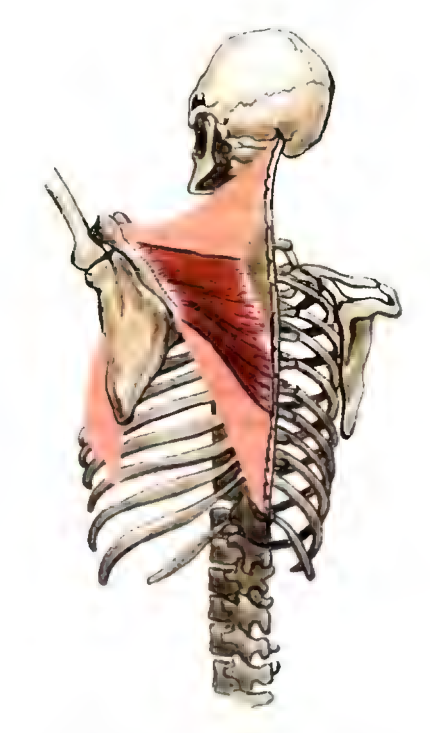


**Рис. 28.** *Схема, показывающая роль плечевого пояса в подъеме руки вертикально вверх. Цветом выделены мышцы спины, поворачивающие лопатку суставной поверхностью вверх*

ние костей кисти позволяет собирать мелкие предметы в горсть, удерживать их, вращать и перемещать небольшие предметы на некоторые расстояния, то есть выполнять не только силовые, но и точные движения, что недоступно даже человекообразным обезьянам.

**Скелет нижних конечностей** имеет ряд особенностей, связанных с прямохождением. Он отличается большой прочностью, которая достигается за счет некоторого ограничения подвижности.

*Пояс нижних конечностей* представлен *тазовыми костями* (рис. 29). Это плоские кости, тесно сочлененные с крестцом. Они образуют практически неподвижное сочленение. Тазовые кости вместе с прикрепляющимися к ним мощными мышцами образуют дно брюшной полости, на которое опираются все внутренние органы.

*Скелет ноги* (свободные нижние конечности) начинается *бедренными* костями, которые под углом прикрепляются к тазовым костям, образуя прочную арку, способную выдержать большие нагрузки. Обратите внимание на расположение губчатого вещества: костные перекладины в нем расположены перпендикулярно друг к другу и в соседних костях одинаково направлены. Они совпадают с силами сжатия и растяжения, воздействующими на кости (рис. 18 Б, В). Суставная головка бедренных костей круглая, движения возможны в любую сторону, но они ограничены связками.

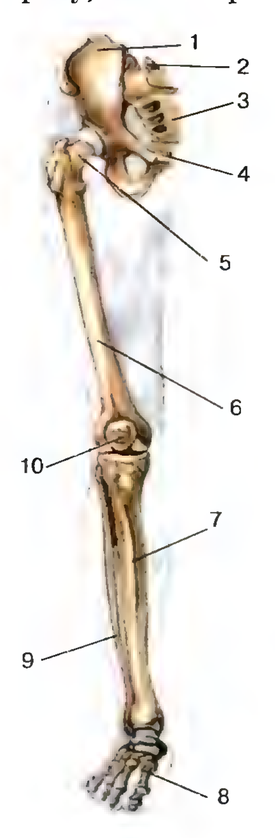



**Рис. 29.** *Кости пояса нижних конечностей и ног с частью позвоночника*: 1 — *таз*; 2 — *поясничный позвонок*; 3 — *крестец*; 4 — *копчик*; 5 — *головка бедренной кости*; 6 — *бедренная кость*; 7 — *большеберцовая кость*; 8 — *стопа*; 9 — *малоберцовая кость*; 10 — *коленная чашечка*

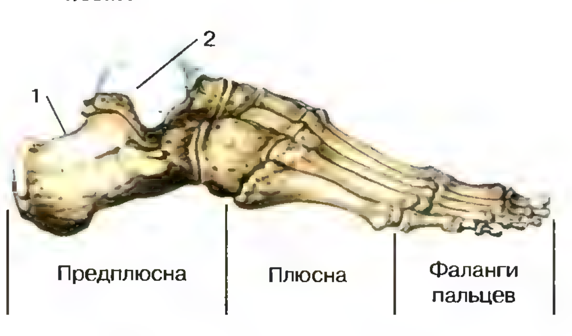



**Рис. 30.** *Скелет стопы*: 1 — *пяточная кость*; 2 — *таранная кость*

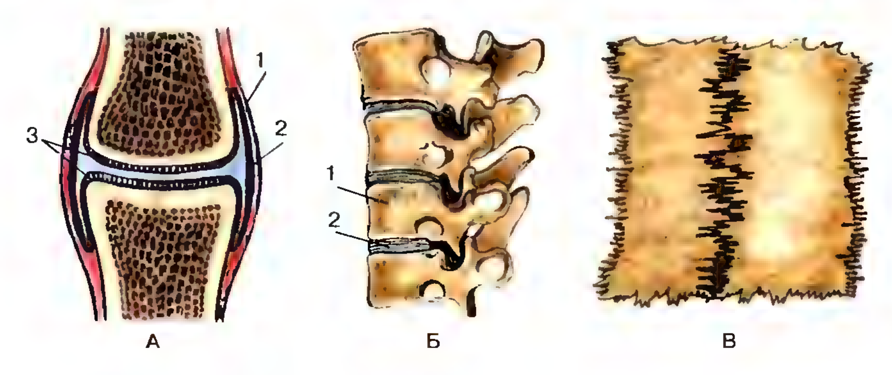



**Рис. 31.** *Типы соединения костей:*
А — *сустав:* 1 — *связки;* 2 — *суставная сумка (выделена черным);* 3 — *суставный хрящ;* Б — *полуподвижные соединения:* 1 — *тела позвонков;* 2 — *межпозвоночные диски;* В — *неподвижные соединения — швы*

В *голени,* как и в предплечье, две кости: *большеберцовая* и *малоберцовая.* Большеберцовая кость сочленяется и со *стопой* и с бедром. Это значительно увеличивает прочность, но снижает подвижность. Малоберцовая кость находится снаружи, со стороны мизинца, и несет меньшую нагрузку.

Стопа человека состоит аналогично кисти из трех частей: *предплюсны, плюсны* и *фаланг пальцев* (рис. 30). В предплюсне наиболее массивны *таранная* и *пяточная* кости.

*Подошва* ноги имеет *продольные* и *поперечные* своды. Благодаря этому она пружинит при ходьбе и беге, смягчает толчки при движениях.

**Неподвижные соединения костей.** Если взглянуть на соединения костей лобной и теменных или теменных и затылочной, то можно заметить, что выступы и шипы одной кости входят в пазы другой. Образуется своеобразный *шов,* дающий очень прочное *неподвижное* соединение (рис. 31, В).

**Полуподвижные соединения костей.** Некоторые кости соединяются между собой посредством эластичного *хряща.* Например, с помощью хрящевых межпозвоночных дисков соединяются тела позвонков. Ребра соединяются с грудиной также посредством хряща. Эти соединения обеспечивают относительную подвижность и потому называются *полуподвижными.* Хрящ эластичен, и кости могут смещаться относительно друг друга.

**Подвижные соединения — суставы.** Неподвижные и полуподвижные соединения относятся к непрерывным, потому что

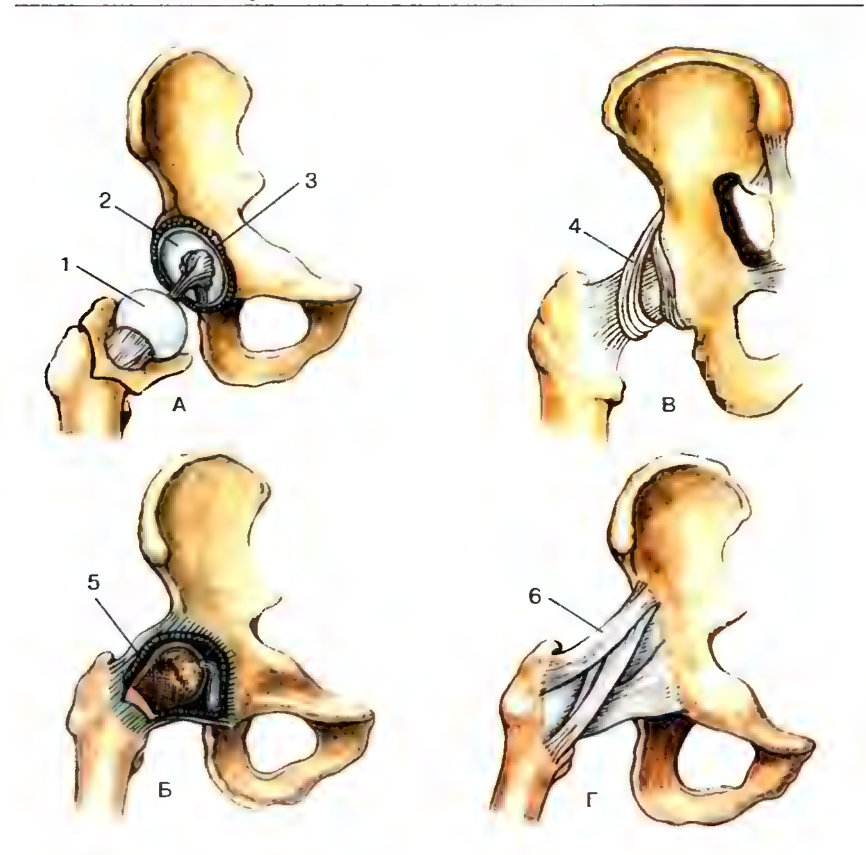



**Рис. 32.** *Тазобедренный сустав:*
А — *вскрытый сустав с внутренней связкой;* Б — *положение костей в суставной сумке;* В — *кольцевая связка, удерживающая головку бедренной кости в суставной ямке тазовой кости;* Г — *наружные связки, укрепляющие тазобедренный сустав;* 1 *и* 2 — *суставные хрящевые поверхности;* 3 — *внутренняя связка;* 4 — *кольцевая связка;* 5 — *суставная полость;* 6 — *наружные связки*

одна кость как бы переходит в другую кость или хрящ. Но есть соединения, в которых кости полностью обособлены друг от друга и сохраняют высокую подвижность. Они лишь примыкают одна к другой. Такие соединения костей называют прерывистыми соединениями или *суставами* (рис. 31, А и 32).

Рассмотрим строение и функции подвижного соединения на примере тазобедренного сустава (рис. 32). Тазовые кости имеют

с каждой стороны по *суставной ямке*, в каждую из которых входит головка бедренной кости: справа — правой, слева — левой. Поверхность *суставной головки* и суставной ямки покрыта очень гладким *суставным хрящом*. Надкостницы в суставе нет, ее замещает суставный хрящ. Обе кости скреплены *связками* и заключены в *суставную сумку*. Полость сустава герметично закрыта. Внутри ее давление ниже атмосферного. Вследствие этого кости прижаты одна к другой. Прочность сустава уменьшится, если внутрь суставной сумки попадет воздух. Это может случиться при травме суставной сумки.

Внутренняя стенка суставной сумки непрерывно выделяет *суставную жидкость*. Она смазывает трущиеся поверхности суставных хрящей и облегчает движение.

*Подвижность сустава обеспечивается формой суставных поверхностей сочленяющихся костей, суставным хрящом и суставной жидкостью, а прочность сустава — суставной сумкой, связками и более низким давлением внутри сустава по сравнению с давлением наружного воздуха.*

Особенность суставов состоит в том, что они не только обеспечивают подвижность костей, но и в любой момент могут зафиксировать кости в нужном положении, лишить их подвижности. Например, мы не только можем сгибать и разгибать руку в суставе, поднимая и опуская груз, но и способны удержать груз в разогнутой или согнутой под любым углом руке. Это возможно потому, что в суставной сумке есть складки. И когда мышцы прижимают головки костей друг к другу, суставная жидкость уходит в складки суставной сумки, а хрящ одной кости вдавливается в суставный хрящ другой кости. Вследствие этого трение возрастает, поверхности костей не скользят.

---

**Плечевой пояс (лопатки, ключицы).**
**Кости руки: плечо, предплечье**
**(локтевая и лучевая кости), кисть.**
**Тазовый пояс (кости таза). Кости ноги: бедро,**
**голень (большеберцовая и малоберцовая кости), стопа.**
**Соединения костей: неподвижные, полуподвижные**
**и подвижные (прерывистые соединения) — суставы.**

---

?

**1.** В чем сходство и различие в строении предплечья и голени?
**2.** Какими способами осуществляются неподвижные, полуподвижные и подвижные соединения костей?

3. Какие функции выполняют суставные хрящи, суставная сумка, связки и суставная жидкость?

Рассмотрите стопу, которая изображена на рисунке скелета, сделанном под руководством Везалия (см. рис. 2). Какая неточность была допущена великим анатомом Возрождения в строении стопы?

1. Докажите, что плечевой пояс не только соединяет кости руки с осевым скелетом, но и увеличивает подвижность руки.
Положите левую руку на правую ключицу и медленно поднимайте правую руку. Правая ключица остается неподвижной, пока рука поднимается до горизонтального положения, после чего приходит в движение. Какое из этих движений происходит с участием плечевого пояса?
2. Выясните, участвует ли в движении руки вверх лопатка, или оно осуществляется только за счет ключицы (см. рис. 28).
Опустите поднятую руку, после чего нащупайте другой рукой нижний угол правой лопатки. Теперь поднимите правую руку вверх и убедитесь, что при подъеме руки до горизонтального уровня лопатка неподвижна, а при продолжении движения вверх до вертикального положения лопатка смещается вверх и в сторону. Это происходит потому, что мышцы спины, поворачивая лопатку плечевым суставом вверх, приводят плечо в вертикальное положение. Какова роль лопатки в движении руки?

## § 13. Строение мышц

**1. Из каких тканей состоят скелетные мышцы и их сухожилия?**
**2. Почему противоположные движения выполняются разными мышцами?**
**3. Какие основные группы мышц выделяют в теле человека?**

**Микроскопическое строение скелетных мышц.** Скелетные мышцы состоят из пучков поперечнополосатых мышечных волокон. Они содержат сократительные нити, состоящие из двух

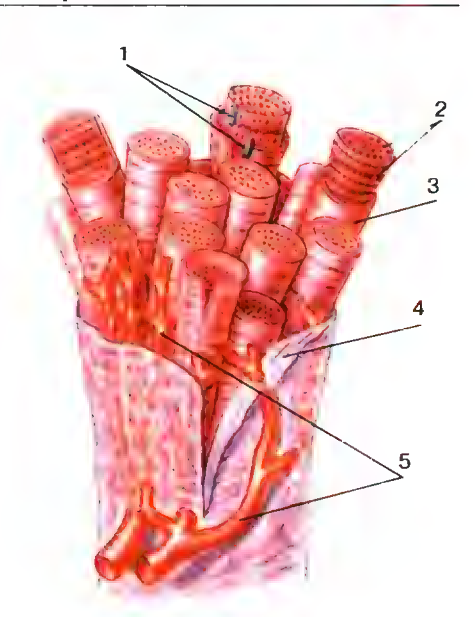



**Рис. 33.** *Мышечный пучок:*
1 — *ядра мышечного волокна;*
2 — *сократительные нити мышечного волокна;*
3 — *покровная мембрана мышечного волокна;*
4 — *соединительнотканная оболочка (фасция), объединяющая группу мышечных волокон, действующих в одном направлении;*
5 — *кровеносные сосуды*

разных белков, и потому кажутся поперечно исчерченными. Каждый мышечный пучок покрывает соединительнотканная пленка, а всю мышцу в целом, состоящую из множества пучков, общая оболочка — *фасция* (рис. 33). Она состоит также из соединительной ткани. Благодаря четко очерченным пучкам сила тяги прикладывается к строго определенным частям кости.

**Макроскопическое строение мышц.** В строении многих мышц различают *брюшко* и *сухожилия*. Брюшко состоит из множества пучков поперечнополосатых мышечных волокон, покрытых соединительнотканными оболочками. Сухожилия, с помощью которых мышца прикрепляется к костям, состоят из плотной соединительной ткани. Они тесно срастаются с надкостницей и при напряжении мышцы стимулируют отделение костного вещества. Вот почему у людей физического труда и спортсменов шероховатость и бугристость на костях в местах прикрепления мышц выражены сильнее.

То сухожилие, которое прикрепляется к костям, остающимся при движении малоподвижными, называют *головками* мышцы, а то, что прикрепляется к подвижным костям, — *хвостом* (рис. 34).

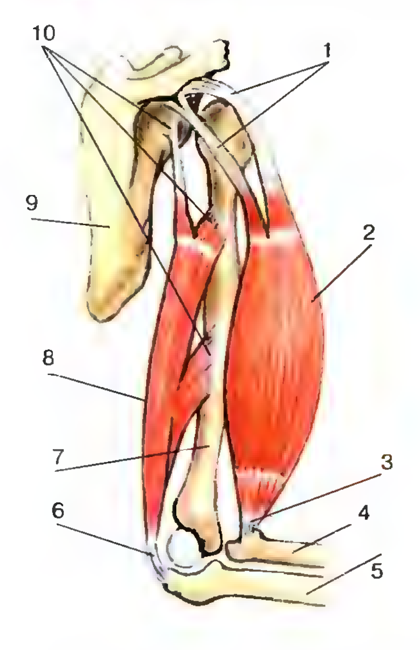



**Рис. 34.** *Мышцы сгибатели и разгибатели:* 1 — *сухожилия головки двуглавой мышцы плеча*; 2 — *тело двуглавой мышцы*; 3 — *хвост двуглавой мышцы*; 4 — *лучевая кость*; 5 — *локтевая кость*; 6 — *хвост трехглавой мышцы плеча*; 7 — *плечевая кость*; 8 — *брюшко трехглавой мышцы*; 9 — *лопатка*; 10 — *головки трехглавой мышцы плеча*

Скелетная мышца хорошо снабжается кровеносными и лимфатическими сосудами. К ней подходят нервы, которые регулируют ее работу.

**Движения в суставах.** Мышца может подтягивать, но не может отталкивать кости, поэтому противоположные движения выполняют разные мышцы: одни сгибают, другие разгибают, одни приводят руку к туловищу, другие отводят, одни вращают кость по часовой стрелке, другие — против. Мышцы противоположного действия называют *антагонистами*, мышцы, действующие в одном направлении, — *синергистами*. Бывает, что одни и те же группы мышц в одном движении участвуют как антагонисты, а в другом — как синергисты.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

## *Мышцы человеческого тела (практическая работа)*

Используя рисунки и анатомическое описание, определите местоположение мышечных групп и выполняемые ими движения.

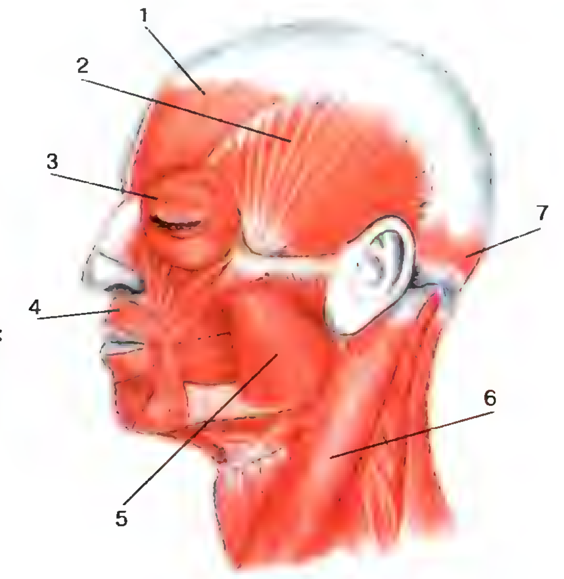



**Рис. 35.** *Мышцы головы:*
1 — *лобная;*
2 — *височная;*
3 — *круговая глаза;*
4 — *круговая рта;*
5 — *жевательная;*
6 — *грудино-ключично-сосцевидная;*
7 —*затылочная*

**I. Мышцы головы** (по рисунку 35).

*Мимические* мышцы прикрепляются к костям, коже или только к коже, *жевательные* — к костям неподвижной части черепа и к нижней челюсти.

*Задание 1.* Определите функцию *височных* мышц. Приложите руки к своим вискам и сделайте жевательные движения. Мышца напрягается, так как она поднимает нижнюю челюсть вверх. Найдите жевательную мышцу. Она находится около челюстных суставов, примерно на 1 см впереди них. Определите: височные и жевательные мышцы — синергисты или антагонисты?

*Задание 2.* Познакомьтесь с функцией мимических мышц. Возьмите зеркало и наморщите лоб, что мы делаем, когда недовольны или когда задумались. Сокращается *надчерепная* мышца. Найдите ее на рисунке. Пронаблюдайте функцию *круговой мышцы глаза* и *круговой мышцы рта*. Первая закрывает глаз, вторая — рот.

**II. Грудино-ключично-сосцевидная мышца** на передней поверхности шеи (по рисунку 35).

*Задание 3.* Поверните голову вправо и прощупайте левую *грудино-ключично-сосцевидную* мышцу. Поверните голову влево и обна-

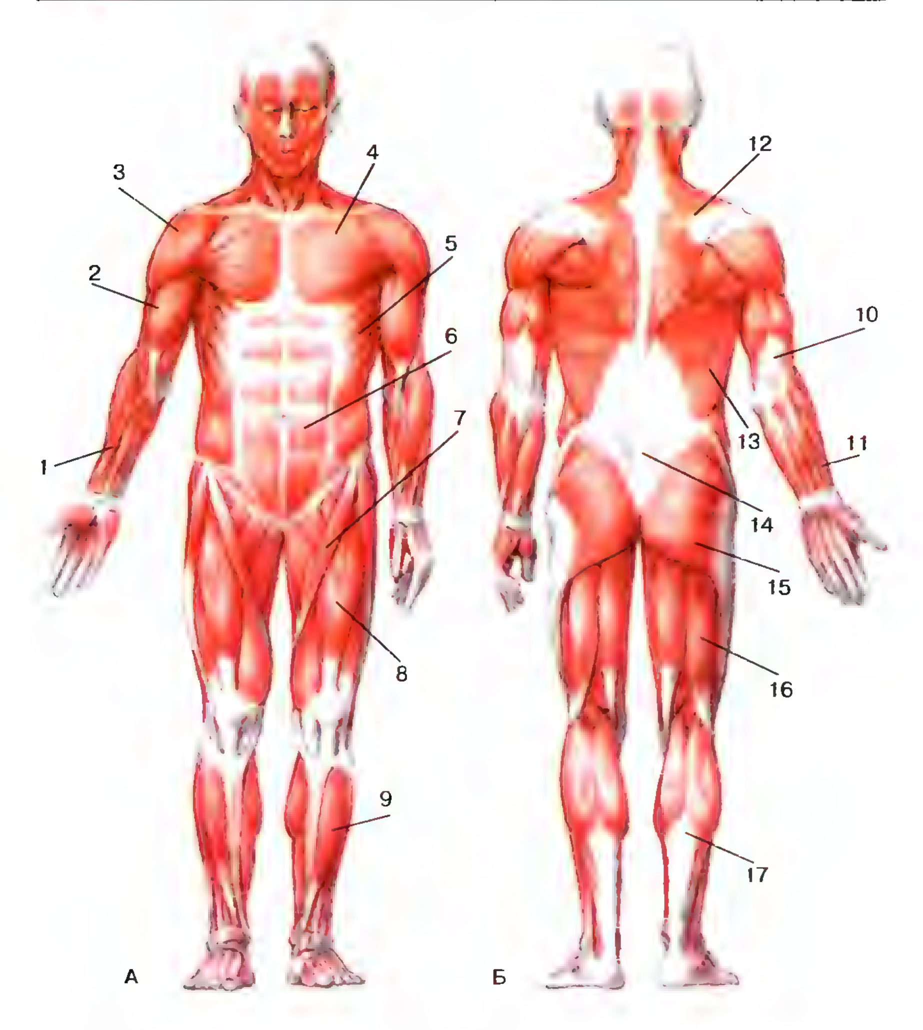



**Рис. 36.** *Мышцы туловища и конечностей:*
А — *в и д с п е р е д и. Мышцы руки*: 1 — *сгибатели кисти и пальцев*; 2 — *двуглавая мышца плеча*; 3 — *дельтовидная мышца. Мышцы туловища*: 4 — *большая грудная*; 5 — *зубчатая мышца*;
6 *мышцы брюшного пресса. Мышцы ноги*: 7 — *портняжная*;
8 — *четырехглавая бедра*; 9 — *большеберцовые мышцы.*
Б — *в и д с з а д и. Мышцы руки*: 10 — *трехглавая мышца плеча*; 11 — *разгибатели кисти и пальцев. Мышцы туловища*: 12 — *трапециевидная*; 13 — *широчайшая мышца спины*; 14 — *глубокие разгибатели спины*; 15 — *ягодичные. Мышцы ноги*: 16 — *двуглавая бедра*; 17 — *икроножная*

ружьте правую. Эти мышцы поворачивают голову влево, вправо, действуя как антагонисты, но, когда сокращаются вместе, становятся синергистами и опускают голову вниз.

**III. Мышцы туловища спереди** (по рисунку 36).

*Задание 4.* Найдите *большую грудную* мышцу. Эта парная мышца напрягается, если согнуть руки в локте и с усилием сложить их на груди.

*Задание 5.* Рассмотрите на рисунке мышцы живота, образующие *брюшной пресс*. Они участвуют в дыхании, наклонах туловища в стороны и вперед, в переводе туловища из лежачего в сидячее положение при фиксированных ногах.

*Задание 6.* Найдите *межреберные мышцы*: наружные осуществляют вдох, внутренние — выдох.

**IV. Мышцы туловища сзади** (по рисунку 36).

*Задание 7.* Найдите на рисунке *трапециевидную мышцу*. Если свести лопатки и запрокинуть голову назад, она будет напряжена.

*Задание 8.* Найдите *широчайшую мышцу спины*. Она опускает плечо вниз и отводит руки за спину.

*Задание 9.* Вдоль позвоночника находятся *глубокие* мышцы спины. Они разгибают тело, откидывая корпус назад. Определите их положение.

*Задание 10.* Найдите *ягодичные* мышцы. Они отводят бедро назад. Глубокие мышцы спины и ягодичные мышцы у человека наиболее сильно развиты в связи с прямохождением. Они противостоят силе тяжести.

**V. Мышцы руки** (по рисункам 28, 34 и 36).

*Задание 11.* Найдите на рисунке *дельтовидную* мышцу. Она находится над плечевым суставом и отводит руку в сторону до горизонтального положения.

*Задание 12.* Найдите *двуглавую* и *трехглавую* мышцы плеча. Являются ли они антагонистами или синергистами?

*Задание 13. Мышцы предплечья.* Чтобы понять их функцию, положите руку на стол ладонной стороной вниз. Прижмите ее к столу, после чего сжимайте кисть в кулак и разжимайте ее. Вы почувствуете, как сокращаются мышцы предплечья. Это происходит потому, что со стороны ладони на предплечье располагаются

мышцы, *сгибающие кисть и пальцы*, а *разгибающие их* находятся на тыльной стороне предплечья.

*Задание 14*. Нащупайте около лучезапястного сустава со стороны ладонной поверхности сухожилия, которые идут к мышцам пальцев рук. Подумайте, почему эти мышцы находятся на предплечье, а не на кисти.

**VI. Мышцы ноги** (по рисунку 36).

*Задание 15.* На передней поверхности бедра расположена очень мощная *четырехглавая мышца бедра*. Найдите ее на рисунке. Она сгибает ногу в тазобедренном суставе и разгибает в коленном. Чтобы представить ее функцию, надо вообразить удар футболиста по мячу. Ее антагонистом являются ягодичные мышцы. Они отводят ногу назад. Действуя как синергисты, обе эти мышцы удерживают корпус в вертикальном положении, фиксируя тазобедренные суставы.
На задней поверхности бедра расположены три мышцы, сгибающие ногу в колене.

*Задание 16*. Поднимитесь на носки, вы чувствуете, как напряглись *икроножные мышцы*. Они находятся на задней поверхности голени. Эти мышцы хорошо развиты, потому что они поддерживают тело в вертикальном положении, участвуют в ходьбе, беге, прыжках.

**Брюшко мышцы, сухожилия, головка и хвост мышцы, мышцы-антагонисты, мышцы-синергисты, мышечные пучки, мышечное волокно, соединительнотканные оболочки мышечных пучков, фасции.**

?

1. Чем мышечное волокно скелетной мышцы отличается от клетки гладкой мышечной ткани?
2. Каково строение мышечного пучка?
3. Как функционируют мышцы-антагонисты и мышцы-синергисты?

!

1. Найдите примеры мышц — антагонистов и синергистов.
2. Укажите на рисунках 35 и 36 мышцы, которые могут работать в одном случае как антагонисты, а в другом — как синергисты.

## § 14. Работа скелетных мышц и их регуляция

**1. Почему мышца способна сокращаться с различной силой?**
**2. Что такое тренировочный эффект и как он достигается?**
**3. Как работают мышцы-антагонисты в динамическом и статическом режиме?**

**Двигательная единица.** Мышечное волокно скелетной мышцы способно сократиться лишь после того, как получит нервные сигналы от *исполнительного* (*моторного*) нейрона из центральной нервной системы. Один моторный нейрон и связанные с ним мышечные волокна называются *двигательной единицей*. Если в действие включается небольшое количество двигательных единиц, сокращение слабое, если количество двигательных единиц увеличено, сокращение мышц становится более сильным. Однако при самом сильном сокращении хорошо тренированного человека единомоментно работает небольшой процент двигательных единиц. При длительном сокращении они работают поочередно сменяя друг друга: сначала одна группа, потом другая, потом третья и т. д.

**Изменение мышцы при тренировках.** В начале тренировок успех нарастает довольно быстро за счет увеличения числа двигательных единиц, включающихся в действие одномоментно. Затем результаты нарастают медленнее, потому что начинают перестраиваться сами мышечные волокна. В них увеличивается число сократительных нитей и митохондрий, при этом число самих волокон и их ядер не меняется. Это явление называют *тренировочным эффектом*. Он возможен при напряжении, близком к максимальному, достаточном отдыхе и рациональном питании.

**Энергетика мышечного сокращения.** Нервная система лишь дает импульс для начала и прекращения работы данной мышечной группы волокон. Энергия, за счет которой сокращается мышечное волокно, выделяется в результате биологического окисления органического вещества, содержащегося в самом волокне. Основным энергетическим веществом для работы мышц является глюкоза, но при интенсивной нагрузке окисляются и вещества, содержащиеся в клеточных мембра-

нах. Однако при этом в клетке образуется много веществ, способных компенсировать потери. Поэтому после работы во время отдыха восстанавливается много больше того, что было израсходовано. Возникает тренировочный эффект, при котором синтез обгоняет распад. Но это происходит лишь в том случае, если физическое напряжение близко к предельному, а отдых и рациональное питание достаточны. Изнуряющий труд без необходимого отдыха и питания к успеху не приводит, так же как и бездействие.

**Недостаток подвижности — гиподинамия.** Малая подвижность снижает активность биологического окисления, перестают в достаточном количестве вырабатываться вещества, богатые энергией, за счет которых образуются клеточные структуры: митохондрии, сократительные нити, мембраны клетки. Мышцы становятся дряблыми, теряют былую силу. Из костей уходят соли кальция. Они поступают в кровь, связываются с содержащимся там органическим веществом холестерином и образуют наросты на внутренних стенках сосудов, нарушающие кровообращение. Это называется атеросклерозом. Человек становится слабым и вялым.

**Регуляция работы мышц-антагонистов.** Чтобы лучше представить себе работу нервной системы, регулирующей мышечные сокращения, рассмотрим, как взаимодействуют нервные центры при сгибании и разгибании руки в локтевом суставе, а также при фиксации костей предплечья для удержания груза (рис. 37).

Если к двуглавой мышце приходят из нервного центра возбуждающие сигналы и она сокращается, то трехглавая мышца расслабляется — не мешает действию двуглавой мышцы. Если сокращается трехглавая мышца, то расслабляется двуглавая и не мешает разгибать руку. Такая координация движений происходит не в самих мышцах, а в нервных центрах, управляющих мышцами.

Но что произойдет, если требуется зафиксировать руку в нужном положении? Тогда возбудятся нервные центры всех мышц, участвующих в движении костей данного сустава. Двуглавая и трехглавая мышцы в этом случае сократятся одновременно. Кости предплечья прижмутся к плечевой кости, и движение в суставе прекратится. Кости станут неподвижными относительно друг друга. Бывшие мышцы-антагонисты станут работать как синергисты.

Рис. 37. *Регуляция работы мышц-антагонистов. Спинномозговые центры: 1— двуглавой мышцы плеча; 2 — трехглавой мышцы плеча*

**Динамическая и статическая работа.** В разных жизненных ситуациях одни и те же мышцы человека могут совершать разную работу. Работа, связанная с перемещением тела или груза, называется *динамической*. Работа, связанная с удержанием определенной позы или груза, называется *статической*.

Наиболее утомительна статическая работа, требующая сохранения однообразной позы или длительного удержания груза. Поэтому в конструкциях машин предусматриваются удобные кресла, снимающие хотя бы часть статических нагрузок. Наличие на сиденье спинки позволяет разгрузить мышцы спины, подлокотники снимают напряжение мышц рук и туловища.

**Двигательная единица, исполнительный (моторный) нейрон, тренировочный эффект, биологическое окисление, динамическая и статическая работа, гиподинамия.**



**1.** Почему в начале тренировок происходит значительное улучшение спортивных результатов, а потом они нарастают медленнее?

2. За счет чего при тренировках возрастает точность мышечных сокращений?
3. Поясните различие между динамической и статической работой.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

## *Утомление при статической работе*

*Оборудование*: секундомер, груз 4—5 кг (если взят портфель с книгами, то надо предварительно определить его массу).

Наблюдение признаков утомления при статической работе. Выясните, за какое время наступает предельное утомление.

*Протокол опыта*

| Статическая работа | Признаки утомления | Время |
|---|---|---|
| Отсутствие утомления | Рука с грузом неподвижна | |
| Первая фаза утомления | Рука опускается, затем рывком поднимается на прежнее место | |
| Вторая фаза утомления | Дрожание рук, потеря координации, пошатывание корпуса, покраснение лица, потоотделение | |
| Предельное утомление | Рука с грузом опускается; опыт прекращается | |

*Ход работы*

Испытуемый становится лицом к классу, вытягивает руку в сторону строго горизонтально. Мелом на доске отмечается тот уровень, на котором находится рука. После приготовлений по команде включается секундомер, и испытуемый начинает удерживать груз на уровне отметки. Начальное время указывается в первой строчке таблицы. Затем определяются фазы утомления и также проставляется их время. Выясняется, за какое время наступает предельное утомление. Этот показатель записывается.

# § 15. Осанка. Предупреждение плоскостопия

**1. Что такое осанка и каковы причины ее нарушения?**
**2. Почему сформировались своды стопы и отчего они деформируются?**
**3. Как можно определить искривление позвоночника и наличие (или отсутствие) плоскостопия?**

**Осанка** — это привычное положение тела при стоянии, сидении и ходьбе. Она зависит от формы позвоночного столба, положения головы, плечевого пояса и грудной клетки. При правильной осанке — спина прямая, голова слегка откинута назад, плечи расправлены, живот втянут. Это способствует нормальному функционированию внутренних органов и органов движения.

Неправильное положение костей приводит к смещению или сдавливанию внутренних органов, что нарушает их кровоснабжение и затрудняет работу. Привычка горбиться, сутулиться, неправильно сидеть за столом может привести к неравномерному распределению нагрузок на отдельные позвонки. В этом случае с возрастом межпозвоночные хрящевые диски истончаются, деформируются и смещаются, защемляя нерв. Развивается болезнь — *остеохондроз*: человеку трудно ходить и нагибаться, по ночам его мучают боли, и он не может уснуть. Болезнь может начаться и в молодом возрасте (до 30 лет).

Различают *три степени нарушения осанки*. При первой степени отклонения от нормы слабо выражены и исчезают, ес-

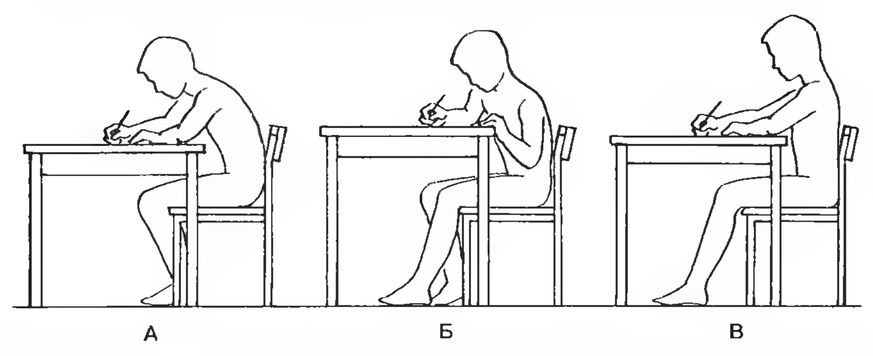



**Рис. 38.** *Неправильные* (А, Б) *и правильная* (В) *позы учащихся, сидящих за партами*

ли человек старается держаться прямо и контролирует себя. При второй степени отклонения от нормы устойчивы, но, как правило, связаны лишь с нарушениями мышечного аппарата, а потому поддаются исправлению при занятиях лечебной физкультурой и корригирующей гимнастикой. Искривления третьей степени затрагивают скелет, поэтому лечению они поддаются с трудом.

Как же предупредить искривление позвоночника? Прежде всего надо правильно сидеть за столом (рис. 38). Если стол слишком низок, приходится наклоняться над ним, а если высок, человек изгибает туловище так, чтобы пишущая рука была на его поверхности. Первое ведет к сутулости, второе — к боковым искривлениям туловища. К нарушению осанки может привести и несимметричная нагрузка мышц: например, носить тяжести только в правой руке, при физической зарядке наклоняться в одну сторону больше, чем в другую, и т. п.

**Предупреждение и лечение плоскостопия.** *Плоскостопием* называются болезненные изменения стопы, при которых уплощаются ее своды (рис. 39). Причиной плоскостопия могут стать неправильно подобранная обувь, длительное хождение или стояние, избыточная масса тела. При плоскостопии нарушается мышечный и связочный аппараты стопы. Она расплющивается, отекает. Возникают боли в стопе, голени, бедре и даже в пояснице.

При значительно выраженном плоскостопии применяют специальные стельки — супинаторы. Они поддерживают стопу в нужном положении. Это не только улучшает положение костей стопы, но и костей голеностопного, коленного и тазобедренного суставов.

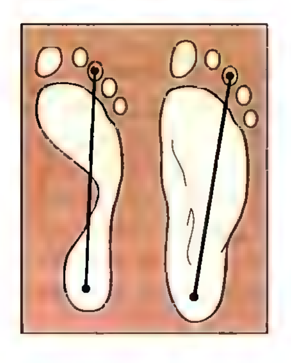


**Рис. 39.** *Метод определения плоскостопия*

**Осанка, остеохондроз, корригирующая гимнастика, сутулость, боковые искривления (сколиоз), плоскостопие.**

?

1. Что происходит при нарушении осанки первой, второй и третьей степени?
2. Какие нарушения в работе внутренних органов происходят при неправильной осанке?
3. Что такое плоскостопие, каковы его причины и принцип лечения?
4. Проанализируйте: правильно ли положение вашего тела при чтении, письме, переносе тяжелых предметов.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

### *Осанка и плоскостопие*

**I. Выявление нарушений осанки.**

*Оборудование*: сантиметровая лента.

*Ход работы*

1. Для выявления сутулости (круглой спины) сантиметровой лентой измерьте расстояние между самыми отдаленными точками левого и правого плеча, отступя на 3—5 см вниз от плечевого сустава, *со стороны груди* и *со стороны спины*. Первый результат разделите на второй. Если получается число, близкое к единице или больше ее, значит, нарушений нет. Получение числа меньше единицы говорит о нарушении осанки.
2. Встаньте спиной к стенке так, чтобы пятки, голени, таз и лопатки касались стены. Попробуйте между стенкой и поясницей просунуть кулак. Если он проходит — нарушение осанки есть. Если проходит только ладонь — осанка нормальная.

**II. Выявление плоскостопия** (работа выполняется дома).

*Оборудование*: таз с водой, лист бумаги, фломастер или простой карандаш.

*Ход работы*

Мокрой ногой встаньте на лист бумаги. Контуры следа обведите фломастером или простым карандашом.
Найдите центр пятки и центр третьего пальца. Соедините две найденные точки прямой линией. Если в узкой части след не заходит за линию — плоскостопия нет (рис. 39).

## § 16. Первая помощь при ушибах, переломах костей и вывихах суставов

**1. Каковы цели доврачебной помощи при травмах?**
**2. Что надо предпринимать при ушибах, переломах, растяжении связок и вывихе сустава?**

**Ушибы.** *Цель доврачебной помощи при травме* — обеспечить щадящую транспортировку больного в травмпункт, уменьшить боль, исключить инфекцию. Серьезную травму лечить будет врач. Повреждение тканей и органов без нарушения целостности кожи называют *ушибами*. В зависимости от силы удара различают ушибы легкие, средние и тяжелые. При легких ушибах возникают небольшие кровоизлияния с образованием синяков. При средних бывают более значительные кровоизлияния с образованием кровоподтека. При сильных ушибах могут быть опасные для жизни внутренние кровотечения.

При ушибе могут пострадать не только поверхностные ткани, но и внутренние органы — печень, почки и др. Особенно опасно сотрясение головного мозга. Даже кратковременная потеря сознания при падении или рвота после него требует немедленного обращения к врачу. Ходьба такому больному противопоказана, его лучше доставить в травмпункт на носилках.

Меры первой помощи при ушибе направлены прежде всего на уменьшение боли и внутреннего кровотечения. С этой целью применяют холод. Пузырь с холодной водой или льдом не рекомендуют прикладывать прямо к телу: его надо обернуть материей.

**Переломы.** Полное или частичное нарушение целостности кости называют *переломом*. Если кожные покровы и мышцы при этом не нарушены, переломы относят к *закрытым*, а если нарушены — к *открытым*. Отличить перелом от ушиба бывает достаточно сложно. Признаки, указывающие на наличие перелома, следующие: острая боль при попытках изменить положение поврежденной части тела, появление подвижности в тех местах, где ее не должно быть.

При открытых переломах вначале надо остановить кровотечение и обработать рану, наложить повязку. Нельзя пытаться придавать костям их естественное положение, так как отломанные концы костей могут повредить мягкие ткани, разорвать

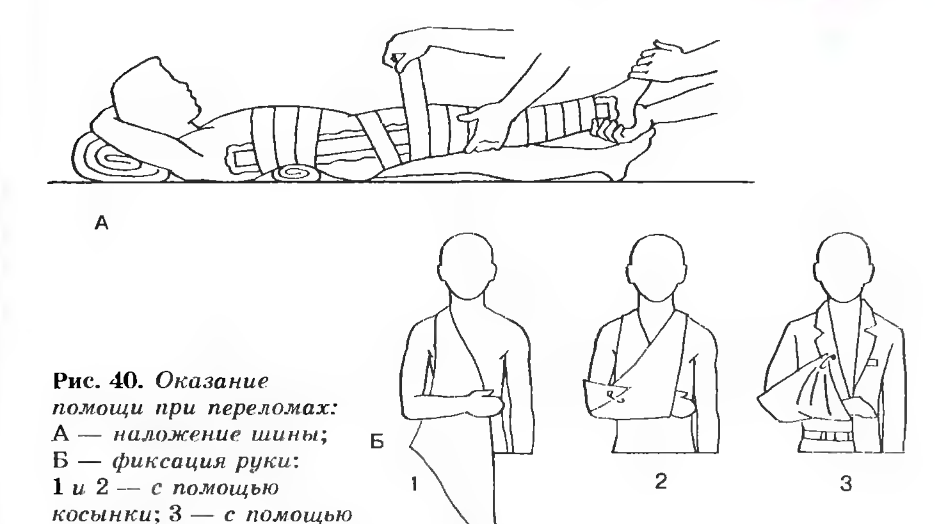



**Рис. 40.** *Оказание помощи при переломах:* А — *наложение шины;* Б — *фиксация руки:* 1 *и* 2 — *с помощью косынки;* 3 — *с помощью полы пиджака*

кровеносный сосуд, повредить нерв. Пострадавшей части тела надо придать неподвижность, то есть зафиксировать ее.

Если повреждена рука или нога, на нее накладывают шину (рис. 40, А). Для этого используют либо специальные медицинские шины, либо подручные средства — дощечки, картон. Шина должна захватывать не менее двух соседних суставов. Шину накладывают со стороны нетравмированных участков тканей. Под шиной должна быть мягкая ткань — вата или одежда. Накладывать шину на голое тело нельзя. Прибинтовывается шина не очень плотно: она не должна давить на поврежденную поверхность.

При переломе костей плеча, предплечья и кисти целесообразно руку согнуть в локте и помимо шины зафиксировать руку косынкой. Можно концы косынки обвязать вокруг шеи и положить в нее руку с шиной. Если нет косынки, можно полу пиджака со стороны пораженной руки прикрепить булавкой к лацкану пиджака и в образовавшуюся складку положить руку (рис. 40, Б).

При переломе бедра или костей голени накладывают шину вдоль вытянутой ноги. В крайнем случае можно прибинтовать больную ногу к здоровой.

При переломе костей грудной клетки (ребер, грудины) шину накладывать нельзя. Пострадавшему предлагают задер-







**Рис. 41.** *Определите вид травмы*

жать дыхание на фазе выдоха и наложить тугую повязку. После этого ему разрешают дышать, но неглубоко и доставляют в травмпункт.

При травмах позвоночника пострадавшего кладут на ровный настил лицом вниз. Сажать, а тем более перевозить или переносить пострадавшего в сидячем положении нельзя.

При травмах черепа пострадавшего укладывают на спину. Голову фиксируют валиком из одежды или одеяла. Валик укладывают в виде подковы, чтобы голова была неподвижной. Лицо пострадавшего должно быть повернуто в сторону, на случай рвоты. Класть голову на подушку нельзя.

**Растяжение связок.** Если в результате неосторожного движения подвернулась стопа, вывернулись пальцы рук, при падении пострадала кисть в лучезапястном суставе, можно предположить растяжение связок. Вначале боль небольшая, но затем она нарастает, вокруг сустава образуется синяк. При оказании первой помощи накладывают тугую фиксирующую повязку и к пораженному месту прикладывают холод.

Если подвернулась нога, стопу ставят перпендикулярно к голени и в этом положении накладывают фиксирующую повязку. Бинтуют восьмеркой, то есть после очередного хода бинт переворачивают на другую сторону и накладывают его попеременно то на стопу, то на голень. Стопа должна быть фиксирована перпендикулярно голени.

**Вывихи суставов.** Вывихом называют стойкое *смещение суставных костей*, при котором головка одной кости выходит из суставной ямки другой. Если выход головки неполный, то такая травма называется подвывихом. При вывихе наблюдаются отечность и отсутствие движений в суставе из-за боли.

Вправлять кости, вышедшие из сустава, самому нельзя. Во-первых, может наступить болевой шок с потерей сознания. Во-вторых, можно повредить связки и суставную сумку.

---

**Ушиб, перелом (закрытый и открытый), синяк, шина, растяжение связок, вывих.**

---



1. Что надо делать при переломе конечности?
2. Какие меры первой помощи применяют при травмах грудной клетки?
3. Что надо делать при травмах позвоночника?
4. В каких случаях надо использовать шину, как правильно ее наложить?



На рисунке 41 схематически показаны два вида травм. Определите, какими буквами обозначены перелом и вывих.

## *Основные положения главы 4*

Опорно-двигательную систему образуют скелет и мышцы. Скелет включает твердые образования тела: кости, хрящи, объединенные в единую систему связками, сухожилиями и мышцами. Активные движения осуществляют мышцы, кости выполняют роль пассивных рычагов.

Скелет человека приспособлен:

**к прямохождению:** S-образные изгибы позвоночника, прикрепление черепа к позвоночнику вблизи от его центра тяжести, широкий таз, прочно связанный с крестцом, сводчатая стопа;

**к трудовой деятельности:** подвижный плечевой пояс, способность лучевой кости двигаться вокруг локтевой и вращать кисть, противопоставление большого пальца остальным пальцам кисти.

**Развитие** мозга **и речи** привело к преобладанию мозгового черепа над лицевым, уменьшению челюстного аппарата

и развитию подбородочного выступа, к которому прикрепляются мышцы, участвующие в речи.

Скелетные мышцы, сокращающиеся за счет поперечнополосатой мышечной ткани, способны действовать только по сигналам, приходящим из центральной нервной системы. Энергия, необходимая для сокращения, выделяется при распаде и окислении органических веществ самого мышечного волокна. При этом образуются богатые энергией соединения, способные восстанавливать мышечные волокна во время отдыха. При работе, близкой к предельной, полноценном питании и достаточном отдыхе образование новых веществ и структур в мышечных волокнах обгоняет распад. За счет этого происходит тренировочный эффект: мышца становится более мощной и более трудоспособной.

Малая подвижность человека — гиподинамия — приводит к ослаблению мышц и всего организма в целом.

При серьезных травмах меры первой помощи направлены на то, чтобы уменьшить боль и с наименьшими повреждениями транспортировать пострадавшего к врачу. Окончательное лечение осуществляет врач.

Глава 5

# Внутренняя среда организма



## Из этой главы вы узнаете

*о составе крови, лимфы и тканевой жидкости, о иммунной системе, о причинах возникновения и способах профилактики инфекционных заболеваний, о переливании крови, пересадках органов и преодолении тканевой несовместимости*

## Вы научитесь

*определять форменные элементы крови, распознавать инфекционные болезни, пресекать пути их распространения, бороться с болезнетворными микроорганизмами*

# § 17. Кровь и остальные компоненты внутренней среды организма

**1. Из чего состоит внутренняя среда организма?**
**2. Как связаны компоненты внутренней среды: кровь, тканевая жидкость и лимфа?**
**3. Каков состав плазмы крови?**
**4. Каковы функции эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов?**

**Компоненты внутренней среды.** Первый компонент внутренней среды — кровь. Она циркулирует по замкнутой системе сосудов и непосредственно с другими тканями тела не сообщается.

Кровь состоит из жидкой части — *плазмы*, выполняющей роль межклеточного вещества, и *форменных элементов*: клеток — *эритроцитов* и *лейкоцитов* и кровяных пластинок — *тромбоцитов*, относящихся к неклеточным форменным элементам крови.

В капиллярах — тончайших кровеносных сосудах, где происходит обмен между кровью и клетками тканей, жидкая часть крови частично покидает кровеносные сосуды. Она переходит в межклеточные промежутки и становится тканевой жидкостью (рис. 42).

*Тканевая жидкость* является вторым компонентом внутренней среды, в которой непосредственно находятся клетки. В ней около 95% воды, 0,9% минеральных солей, 1,5% белков и других органических веществ, а также кислород и углекислый газ. Из тканевой жидкости клетки получают питательные вещества и кислород, принесенные кровью. В тканевую жидкость клетки выделяют продукты распада. И лишь оттуда они поступают в кровь и уносятся ею.

*Лимфа* является третьим компонентом внутренней среды. Она перемещается по лимфатическим сосудам. Лимфатические сосуды начинаются в тканях мелкими слепыми мешочками, состоящими из эпителиального слоя клеток. Это лимфатические капилляры. Они интенсивно поглощают избытки тканевой жидкости.

Лимфатические сосуды сливаются друг с другом и в конечном итоге образуют главный лимфатический сосуд (проток), через который лимфа попадает в кровеносную систему.

Верхняя часть туловища и голова
6
Легкие
III
А
8
I
1
Нижняя часть туловища
7
5
2
3
II
Б
4

**Рис. 42.** *Циркуляция крови, тканевой жидкости и лимфы:*
А — *схема кровообращения и лимфооттока;*
Б — *образование тканевой жидкости из плазмы крови и образование лимфы в лимфатических капиллярах.*
I. *Поступление крови к тканям:* 1 — *аорта и артерии большого круга.* II. *Образование тканевой жидкости и лимфы в тканях:* 2 — *кровеносный капилляр;* 3 — *тканевая жидкость;* 4 — *лимфатический капилляр.* III. *Отток крови и лимфы от тканей:* 5 — *вены большого круга; нижняя полая вена;* 6 — *верхняя полая вена;* 7 — *лимфатический сосуд;* 8 — *лимфатические узлы*

На пути лимфы находятся *лимфатические узлы* (рис. 42), они являются фильтрами, где задерживаются посторонние частицы и уничтожаются микроорганизмы.

**Относительное постоянство внутренней среды.** Внутренняя среда организма находится в подвижном равновесии, поскольку одни вещества расходуются, и этот расход восполняется. Так, на смену использованным питательным веществам поступают новые питательные вещества из кишечника. В стенках кровеносных сосудов есть рецепторы, которые сигнализируют о превышении или снижении концентрации каких-либо веществ в крови. Если концентрация этих веществ приближается к верхней границе нормы, действуют рефлексы, которые снижают их концентрацию. А если она опускается ниже нормы, возбуждаются другие рецепторы, которые вызывают противоположные рефлексы.

Благодаря работе нервной и эндокринной систем колебания концентрации веществ, находящихся в крови, тканевой жидкости и лимфе, не выходят за пределы нормы. Так, содержание иона $K^+$ в плазме крови здорового человека колеблется от 16 до 20 мг% (то есть от 16 до 20 мг в 100 мл крови). Любая величина в пределах этих границ нормальна.

Содержание различных веществ и клеток крови в организме человека выражается не одной цифрой, а некоторым диапазоном (от — до). Это результат *подвижного равновесия* между их приходом и расходом.

**Состав крови.** Если кровь предохранить от свертывания и дать ей отстояться, то произойдет ее расслоение на составные части. Сверху окажется прозрачная, слегка желтоватая жидкость — плазма крови. Вниз осядут форменные элементы крови. Нижнюю часть пробирки займут эритроциты, которые составят примерно $^1/_3$ общего объема. Небольшой тонкий слой над эритроцитами образуют лейкоциты (рис. 43).

**Плазма крови** имеет относительно постоянный солевой состав. Около 0,9% плазмы приходится на поваренную соль (хлористый натрий), есть в ней и соли калия, кальция, фосфорной кислоты. Около 7% плазмы составляют белки. Среди них белок *фибриноген*, который принимает участие в свертывании крови. В плазме крови есть углекислый газ, глюкоза, а также другие питательные вещества и продукты распада.

**Эритроциты** — красные кровяные клетки, транспортирующие кислород к тканям и углекислый газ к легким. Эритроцит имеет форму двояковогнутого диска, что увеличивает его

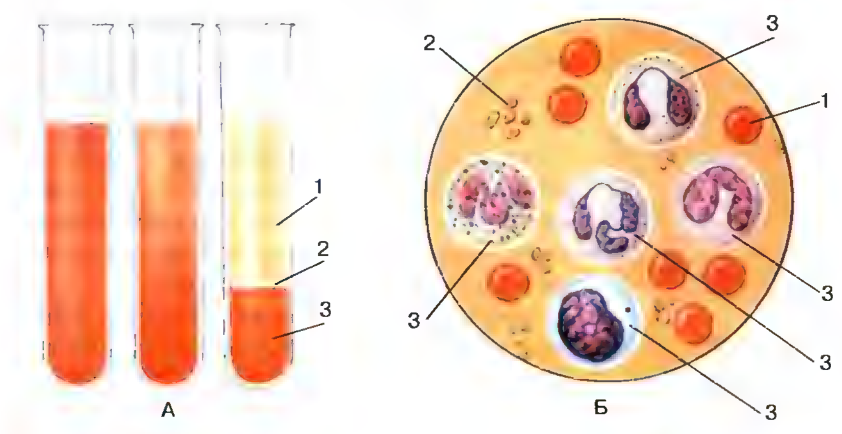



**Рис. 43.** *Состав крови*:
А — *отстой крови в пробирке*: 1 — *плазма крови*; 2 — *лейкоциты*; 3 — *эритроциты*; Б — *клетки крови*: 1 — *эритроциты*; 2 — *тромбоциты*; 3 — *лейкоциты*

поверхность. Красный цвет эритроцита зависит от особого вещества — *гемоглобина*. В легких он присоединяет к себе кислород и становится *оксигемоглобином*. В тканях это соединение распадается на кислород и гемоглобин. Кислород используется клетками организма, а гемоглобин, присоединив к себе углекислый газ, возвращается в легкие, отдает углекислый газ и вновь присоединяет кислород. Гемоглобин обозначают символом Hb. Равенство реакции образования и распада оксигемоглобина выглядит так:

в легких $Hb + 4O_2 = HbO_8$; в тканях $HbO_8 = Hb + 4O_2$.

Оксигемоглобин имеет более светлую окраску, и потому обогащенная кислородом артериальная кровь выглядит ярко-алой. Гемоглобин, оставшийся без кислорода, темно-красный. Поэтому венозная кровь значительно темнее артериальной.

У всех позвоночных, кроме млекопитающих, клетка эритроцита имеет ядро. У млекопитающих зрелые эритроциты ядер не имеют: они утрачиваются в процессе развития (рис. 44). Двояковогнутая форма эритроцита и отсутствие ядра способствуют переносу газов, так как увеличенная поверхность клетки быстрее поглощает кислород, а отсутствие ядра позволяет использовать для транспортировки кислорода и углекислого газа весь объем клетки.

У мужчин в 1 мм$^3$ крови содержится в среднем 4,5—5 млн эритроцитов, у женщин — 4—4,5 млн.



*Илья Ильич Мечников (1845—1916)*

**Лейкоциты** — клетки крови с хорошо развитыми ядрами (см. рис. 43). Их называют белыми кровяными клетками, хотя на самом деле они бесцветные. Основная функция лейкоцитов — распознавание и уничтожение чужеродных соединений и клеток, которые оказываются во внутренней среде организма. Известны различные виды лейкоцитов.

Число лейкоцитов варьирует в пределах 4—8 тыс. в 1 мм$^3$, что связано с наличием инфекции в организме, со временем суток, едой. Некоторые лейкоциты способны к амебовидному движению. Обнаружив чужеродное тело, они ложноножками захватывают его, поглощают и уничтожают (рис. 45). Это явление было открыто Ильей Ильичом Мечниковым (1845—1916) и названо *фагоцитозом*, а сами лейкоциты *фагоцитами*, что означает «клетки-пожиратели».

Большая группа клеток крови называется *лимфоцитами*, поскольку созревание их завершается в лимфатических узлах и в вилочковой железе (тимусе). Эти клетки способны опознавать химическую структуру чужеродных соединений *антигенов* и вырабатывать особые химические вещества — *антитела*, которые нейтрализуют или уничтожают эти антигены.

Способностью к фагоцитозу обладают не только лейкоциты крови, но и находящиеся в тканях более крупные клетки — *макрофаги*. При проникновении микроорганизмов через кожу или слизистые во внутреннюю среду организма макрофаги перемещаются к ним и участвуют в их уничтожении.

**Тромбоциты, или кровяные пластинки**, принимают участие в свертывании крови. Если происходит травма и кровь выходит из сосуда, тромбоциты слипаются и разрушаются. При

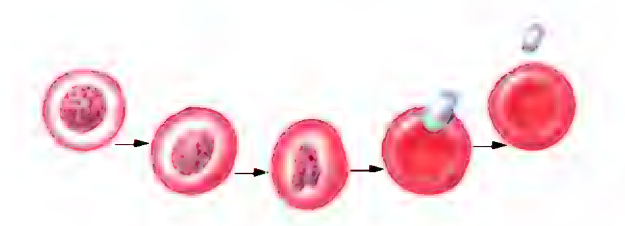


**Рис. 44.** *Созревание эритроцита*



**Рис. 45.** *Фагоцитоз*

этом они выделяют ферменты, которые вызывают целую цепочку химических реакций, ведущих к свертыванию крови. Свертывание крови возможно потому, что в ней находится жидкий белок *фибриноген*, который под действием *ферментов* превращается в нити нерастворимого белка *фибрина*. Образуется сетка, в которой задерживаются клетки крови. Этот кровяной сгусток, закрывающий рану, и останавливает кровотечение (рис. 46).

Для образования сгустка необходимо, чтобы в крови были соли кальция, *витамин* К и некоторые другие вещества. Если соли кальция удалены или в крови нет витамина К, кровь свертываться не будет. Обычно, когда хотят предохранить кровь от свертывания, например при ее переливании, из крови удаляют один из указанных компонентов, чаще всего соли кальция. Такую кровь можно сохранять длительное время.

**Анализ крови.** Состав крови является важной характеристикой состояния организма, поэтому анализ крови — одно из наиболее часто проводимых исследований. При анализе крови определяют количество клеток крови, содержание гемоглобина, концентрацию сахара и других веществ, а также *скорость оседания эритроцитов* (СОЭ). При наличии какого-нибудь воспалительного процесса СОЭ увеличивается. Норма СОЭ для мужчин 2—10 мм/ч, для женщин 2—15 мм/ч.

При нарушении функций красного костного мозга, недостатке в организме железа и некоторых других веществ, а так-

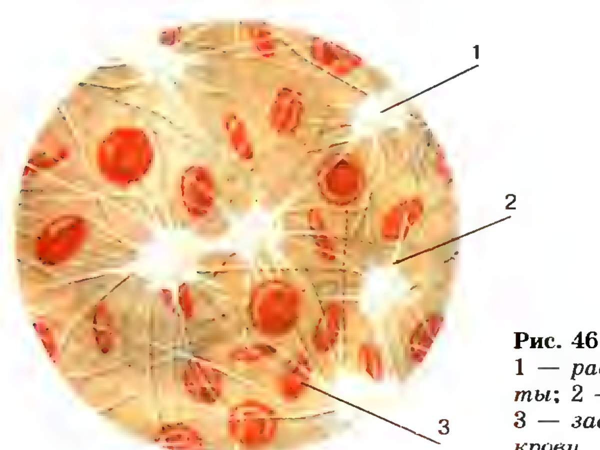



**Рис. 46.** *Свернувшаяся кровь: 1 — распавшиеся тромбоциты; 2 — нити фибрина; 3 — застрявшие клетки крови*

же при значительной потере крови (например, в результате кровотечения, вызванного травмой) возникает кратковременное или длительное *малокровие* (анемия). При этом в крови снижается содержание эритроцитов и гемоглобина. Норма гемоглобина у мужчин 13—16 г%, у женщин 12—14 г% (то есть число граммов в 100 см$^3$ крови).

**Кроветворение.** Эритроциты, лейкоциты и тромбоциты образуются в красном костном мозге. Однако дозревание многих лимфоцитов происходит в тимусе (вилочковой железе) и лимфатических узлах. Эти лимфоциты попадают в кровь вместе с лимфой.

Кроветворение — очень интенсивный процесс, так как продолжительность жизни форменных элементов крови небольшая. Лейкоциты живут от нескольких часов до 3—5 суток, эритроциты — 120—130 суток, тромбоциты — 5—7 суток.

**Кровь, тканевая жидкость, лимфа, лимфатический капилляр, лимфатический сосуд, лимфатический узел, эритроцит, гемоглобин, оксигемоглобин, лейкоцит, лимфоцит, тимус (вилочковая железа), фагоцит, фагоцитоз, макрофаги, антигены, антитела, тромбоциты, фибриноген, фибрин.**



1. Почему клеткам для процессов жизнедеятельности необходима жидкая среда?

2. Из каких компонентов состоит внутренняя среда организма? Как они связаны между собой?
3. Какие функции выполняют кровь, тканевая жидкость и лимфа?
4. Объясните, что такое лимфатические узлы, что в них происходит. Покажите на себе, где находятся некоторые из них.
5. В чем проявляется взаимосвязь строения эритроцита с его функцией?
6. Каковы функции лейкоцитов?

!

1. Начертите схему состава крови, используя слова: плазма, форменные элементы: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.
2. Прокомментируйте рисунок 45, изображающий процесс фагоцитоза. Какая клетка изображена на рисунке: эритроцит, лейкоцит или тромбоцит?
3. При ранении кожи кровотечение через некоторое время прекращается и образуется тромб. Почему он красного цвета, ведь образовавшийся из фибриногена фибрин под действием ферментов, вызванных разрушением тромбоцитов, белый? Вспомним, что в крови имеются еще и белые кровяные тельца, лейкоциты, которые тоже белые. Ответьте на вопрос, найдите неточности в высказывании.

## § 18. Борьба организма с инфекцией. Иммунитет

**1. Как организм человека защищается от микроорганизмов?**
**2. Что такое иммунитет?**
**3. Что происходит при воспалении и общем инфекционном заболевании? Кто является бацилло- или вирусоносителем?**

**Защитные барьеры организма.** Все многоклеточные организмы (в том числе и человек) подвергаются постоянным атакам со стороны микробов, вирусов, паразитов. Первым барьером на пути нападающих оказываются кожа и слизистые оболочки. Они являются не только физической преградой, выделения потовых и сальных желез кожи губительны для многих микробов. Слезы, слюна, соляная кислота и ряд других ве-

ществ, выделяемых слизистыми оболочками, также вредны для микробов. Наряду с этим действует и «экологическая защита»: на коже и слизистых находятся микроорганизмы, уничтожающие вредных для человека микробов.

Вторым барьером на пути болезнетворных микробов становятся элементы внутренней среды организма: кровь, тканевая жидкость и лимфа.

Способность организма избавляться от чужеродных тел и соединений и благодаря этому сохранять химическое и биологическое постоянство внутренней среды и собственных тканей называют *иммунитетом*.

Наиболее древней формой иммунитета является *неспецифический иммунитет*, осуществляемый лейкоцитами путем фагоцитоза (рис. 47), открытого И. И. Мечниковым. Он ввел шип розы в прозрачное тело личинки морской звезды и наблюдал, как ее лейкоциты уничтожают («пожирают») попавших в организм микробов. Эти формы иммунитета были названы *неспецифическими*, потому что они действовали на все микроорганизмы, независимо от их химической природы.

Другая форма иммунитета — *специфический иммунитет*: организм способен распознавать вещества, отличные от его клеток и тканей, и уничтожать только эти чужеродные клетки и вещества.

Чужеродные вещества, способные вызывать иммунную реакцию, названы *антигенами*. Антигенами могут быть микробы, вирусы и любые клетки, состав которых отличается от состава собственных клеток организма.

Следует также различать клеточный и гуморальный механизмы иммунитета. Первый — уничтожение вредного фактора клетками-фатоцитами, второй — его уничтожение находящимися в крови особыми веществами, антителами, растворенными в крови. В ответ на попадание во внутреннюю среду организма антигенов происходит выработка антител, точно соответствующих по строению этому антигену (как ключ к замку). Если во внутреннюю среду попадет другой антиген, то на него вырабатывается соответствующее антитело. Результатом взаимодействия антигена и антитела образуются безвредные для организма неактивные соединения. Их обычно уничтожают фагоциты.

**Иммунная система.** У позвоночных животных есть специальные органы, где формируются клетки крови, участвующие в иммунной реакции. Это костный мозг, вилочковая железа

(тимус), лимфатические узлы. Т-лимфоциты формируются в тимусе, В-лимфоциты — в лимфатических узлах.

Многие Т-лимфоциты способны распознавать микробные и другие антигены и расшифровывать их химическую структуру. В-лимфоциты, получив информацию об антигене от Т-лимфоцитов, начинают стремительно размножаться и выделять в кровь *антитела*. Каждый вид антител способен нейтрализовать строго определенный антиген, именно тот, который обнаружил Т-лимфоцит.

Антитела могут нейтрализовать только те антигены, которые находятся вне клеток. Если же вирусу удалось проникнуть в клетку, не оставив следов на ее клеточной мембране, ни антитела, ни лейкоциты справиться с ним не смогут. Против вирусов борется сама клетка, выделяя особые вещества, одним из которых является *интерферон*.

На рисунке 47 показано, как лейкоциты выходят из сосуда и уничтожают микробов, которые изображены темными овальными точками; мелкими точками обозначен гной; крупные круглые точки в сосуде — эритроциты.

**Воспаление.** Проникающие в организм микробы сначала сосредоточиваются в одном месте, поражая орган или часть его. Это вызывает *местную реакцию*, которая называется *воспалением*. Ее приспособительное значение в том, чтобы не допустить распространения микробов на весь организм, а затем и полностью их уничтожить.

При воспалении происходит покраснение пораженного участка: расширяются капилляры и к этому месту усиленно притекает кровь. Повышается местная температура, раздражаются рецепторы, вызывающие ощущение боли.

К воспаленному участку с кровью прибывают лейкоциты крови и макрофаги из тканей — начинается фагоцитоз. При этом вокруг скопления микробов образуется мощный защитный вал из лейкоцитов и макрофагов. Внутри этого вала происходит уничтожение возбудителей. При этом гибнет и часть клеток крови. Смесь из погибших микробов и фагоцитов и представляет собой всем известный гной (рис. 47).

**Инфекционные болезни.** Среди заболеваний, поражающих весь организм, особую группу составляют *инфекционные болезни*. Их вызывают живые возбудители: вирусы, микробы, грибки и др. *Паразитарные болезни* вызываются простейшими, червями-паразитами, паразитическими насекомыми, клещами и другими организмами.

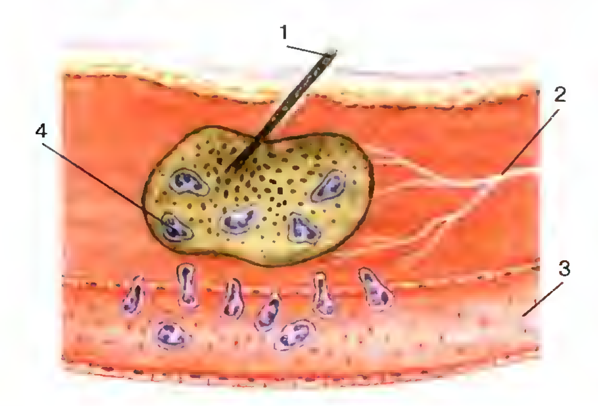



**Рис. 47.** *Опыт И. И. Мечникова:* 1 — *заноза, введенная в тело морской звезды;* 2 — *чувствительные нервные окончания;* 3 — *кровеносный сосуд с выходящими из него лейкоцитами;* 4 — *участок, где проходит борьба лейкоцитов с микробами*

Инфекционные заболевания отличаются от других тем, что они *заразны*, а также им свойственны *циклическое течение* и формирование *постинфекционного иммунитета*. Под цикличностью течения заболевания понимают закономерную смену симптомов болезни. Так, после попадания в организм инфекции больной некоторое время не чувствует каких-либо изменений. Это скрытый период болезни. Здесь происходит, с одной стороны, размножение возбудителя, а с другой — нарастание иммунной реакции: опознание чужеродных соединений, выработка против них антител. Болезнь не наступит, если антителам удастся в самом начале подавить размножение возбудителя. В противном случае постепенно развиваются симптомы болезни (иногда это происходит резко). В этот острый период в организме происходит интенсивное накопление возбудителя, вредных веществ, которые он выделяет, а также уничтожающих их антител. В стадии выздоровления антитела начинают сдерживать размножение возбудителя и нейтрализуют его яды. Наступает облегчение, а затем выздоровление.

Инфекционные болезни — заразные болезни, поэтому важно знать, в какое время и как передается инфекция. Путь, через который возбудитель болезни может попасть в организм, называют *«воротами инфекции»*.

Наиболее частыми инфекционными поражениями являются *острые респираторные заболевания* (ОРЗ), в том числе *грипп*. Они вызываются различными микроорганизмами и вирусами. Иммунитет, выработанный к одному из возбудителей, не гарантирует от заражения другим. Грипп передается воздушно-капельным путем. Зная это, надо тщательно следить за чистотой воздуха, удалять пыль, изолировать больного.

Многие микробы не выдерживают кипячения, их можно уничтожить хлорамином и другими дезинфицирующими средствами.

Ряд инфекционных болезней поражает преимущественно детей. Это *корь, ветряная оспа, коклюш, свинка*. Эти заболевания обычно оставляют стойкий иммунитет. Вместе с тем они очень заразны. Большинство людей болеют ими в детстве. Отсюда и их название — «детские болезни», но болеть ими могут и взрослые.

Значительную опасность для окружающих представляют бацилло- и вирусоносители. Ими становятся люди, перенесшие инфекционные заболевания, но не освободившиеся полностью от болезнетворных микроорганизмов. Силы иммунитета этих людей достаточны, чтобы защитить себя от возобновления заболевания, но они не могут уничтожить их до конца. Такие люди могут, сами того не подозревая, заражать окружающих. Поэтому не следует уклоняться от анализа на бациллоносительство, если его предлагает врач.

---

**Иммунитет, неспецифический и специфический иммунитет, антигены, антитела, иммунная система, воспаление, инфекционные болезни, паразитарные болезни, постинфекционный иммунитет, «ворота инфекции», бацилло- и вирусоносители, интерферон.**

---



**1.** Что такое иммунитет?
**2.** К какому виду иммунитета относится фагоцитоз?
**3.** Как образуются антитела?
**4.** Могут ли антитела, выработанные против дифтерии, обезвредить столбнячный яд?
**5.** Что такое воспаление? Каковы его признаки?
**6.** Какие заболевания называют инфекционными? Что для них характерно?
**7.** Что такое «ворота инфекции»?
**8.** Почему опасны бацилло- и вирусоносители?

**!** Проанализируйте рисунок 47 («Опыт И. И. Мечникова»). Ответьте на вопросы:

1) можно ли назвать изображенный на рисунке процесс воспалением; 2) почему образовался нарыв?

## § 19. Иммунология на службе здоровья

**1. Чем занимается иммунология?**
**2. Как появились вакцины и лечебные сыворотки?**
**3. Чем искусственный иммунитет отличается от естественного?**
**4. Отчего бывает аллергия?**
**5. Что такое совместимость тканей и почему при переливании крови надо учитывать группу крови донора и больного?**

В настоящее время изучением иммунитета занимается наука — иммунология. Ее вклад в медицину, животноводство и другие отрасли народного хозяйства огромен, а начиналась она с довольно скромного эпизода.

**История изобретения вакцин.** Первую вакцину изобрел английский ученый Эдуард Дженнер (1749—1823). Он заметил, что женщины, доившие больных оспой коров, у которых на вымени были оспенные пузырьки, гораздо реже болели натуральной оспой. Дженнер взял жидкость из оспенных пузырьков женщины, болевшей коровьей оспой, и перенес ее на оцарапанную кожу мальчика. Через некоторое время он заразил этого мальчика натуральной оспой, но мальчик не заболел. Дело в том, что вирус коровьей оспы, неопасный для человека, вызвал в организме пациента появление антител, нейтрализующих вирус черной оспы.

Продолжил дело Э. Дженнера французский микробиолог Луи Пастер (1822—1895). Он первый понял, что возбудителями инфекционных болезней являются микробы, и обратил внимание на то, что после перенесения болезни человек, как правило, не болеет. Пастер предположил: если удастся ослабить микроорганизмы настолько, чтобы они могли вызвать заболевание человека лишь в легкой форме, то человек, перенесший такую болезнь, окажется защищенным от микробов, вызывающих то же натуральное заболевание. Опыты подтвердили эту мысль.


*Луи Пастер (1822—1895)*

Препараты из ослабленных микробов (или их ядов) стали называть *вакцинами*, что в переводе означает «коровьи», в па-

мять о первой вакцине, созданной Э. Дженнером. Процедура введения вакцины получила название *прививка*. После прививки иммунитет развивается в среднем в течение месяца.

**Лечебные сыворотки.** При введении вакцины организм самостоятельно вырабатывает антитела. При введении сыворотки организм получает антитела в готовом виде. Особенно важно это в том случае, если заражение уже произошло.

Кровь для лечебной сыворотки берут либо у человека, перенесшего данное заболевание, либо у животных, которых предварительно иммунизируют (рис. 48), вводя возбудителя инфекционного заболевания или же его токсин (яд). В ответ на это в организме животного вырабатываются защитные антитела —

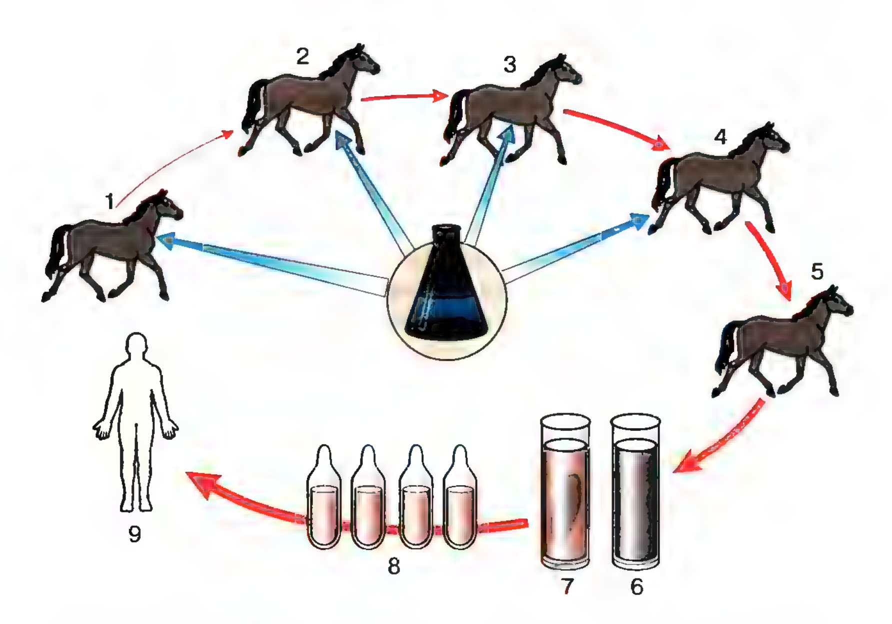



**Рис. 48.** *Изготовление антидифтерийной сыворотки:* 1, 2, 3, 4 — *многократная вакцинация лошади (ей вводят дифтерийный яд — токсин), в ее организме вырабатываются антитела против дифтерийного яда — антитоксины;* 5 — *взятие крови с антитоксинами, уничтожающими дифтерийный яд;* 6, 7 — *приготовление сыворотки крови, содержащей антитоксины (освобождение от форменных элементов, получение плазмы крови, удаление фибриногена — получение сыворотки крови, содержащей антитоксины, выработанные в организме лошади);* 8 — *ампулы с антидифтерийной сывороткой;* 9 — *введение сыворотки здоровому человеку для профилактики заболевания или больному — для излечения*

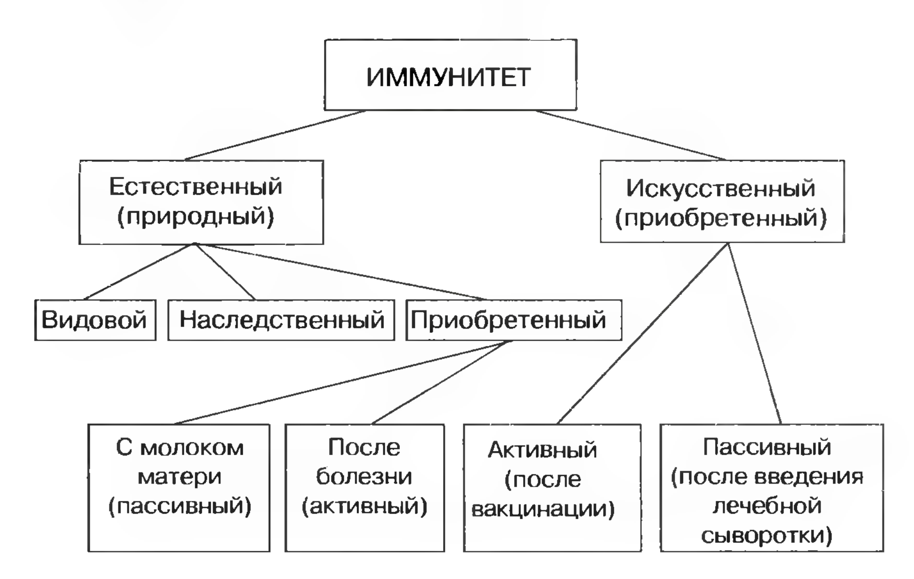
или антимикробные, или антитоксические. Например, противодифтерийная сыворотка — антитоксин. Ее получают путем введения в организм животного дифтерийного токсина.

Все вакцины и сыворотки *специфичны*, то есть обладают строгой направленностью действия (например, антидифтерийная сыворотка не предохранит от других инфекционных заболеваний).

**Естественный и искусственный иммунитет.** Иммунитет может быть природный — естественный и искусственно созданный.

Естественный иммунитет может быть подразделен на видовой, наследственный и приобретенный. Например, человек никогда не заболевает чумкой собак, потому что в человеческом организме нет условий для жизнедеятельности возбудителя этого заболевания. Это *видовой* иммунитет. Некоторые люди невосприимчивы к заболеваниям, которыми страдают другие люди. Это *наследственный* иммунитет. Наконец, есть иммунитет, *приобретенный* в результате перенесенного заболевания или же полученный грудным ребенком с молоком матери.

Искусственный иммунитет может быть только приобретенным. Он активный, когда вводится вакцина и организм сам вырабатывает антитела, или пассивный, когда человеку вводят лечебную сыворотку, содержащую уже готовые антитела (см. схему).



**Аллергия.** Повышенная чувствительность организма к некоторым факторам окружающей среды, например к продуктам питания, пахучим веществам, медицинским препаратам, предметам бытовой химии, называется *аллергией*. Вещество, вызывающее аллергию, называется *аллергеном*. Попавший в организм аллерген вызывает иммунную реакцию. Антитела прикрепляются к стенкам сосудов, к клеткам различных тканей и органов. При вторичном попадании аллергена в организм эти антитела образуют с ним комплексы антиген—антитело. При этом выделяются вещества, повреждающие клетки, к которым эти антитела были прикреплены. Возникают покраснение, зуд и другие признаки раздражения. Например, раздражение слизистой полости носа ведет к насморку и чиханию, раздражение слизистой бронхов — к кашлю и усиленному выделению мокроты.

Аллергеном может быть цветочная пыльца, комнатная пыль, стиральные порошки, корм для рыб, шерсть собаки или кошки, антибиотики, выбросы городских и сельских предприятий.

**Тканевая совместимость.** Попытки пересадить ткань от одного человека другому предпринимались давно. Однако даже при удачно сделанной операции пересаженная ткань через некоторое время отторгалась. Причиной была иммунная реакция. Чужая ткань по биохимическому составу несколько отличалась от ткани пациента, которому ее пересаживали. Этого было достаточно, чтобы некоторые химические соединения ткани воспринимались в организме как антигены.

Чем меньше пересаживаемая ткань содержит антигенов, тем больше шансов, что она приживется. Поэтому первая задача хирургов — отыскать таких людей, у которых ткани были бы совместимы. Другой путь пересадки тканей заключается в подавлении иммунной реакции, используя специальные препараты.

**Переливание крови.** С проблемой тканевой совместимости медики столкнулись и при переливании крови, так как содержащиеся в эритроцитах чужой крови антигены разрушались антителами плазмы больного, если их кровь была несовместимой. Люди, дающие кровь, называются *донорами*, а получающие ее — *реципиентами*. Когда наследственный иммунитет реципиента и донора не совпадал, вводимые в организм больного эритроциты донорской крови разрушались и это приводило больного к гибели.

Изучение переливания крови позволило открыть *четыре группы крови*. Они были обозначены римскими цифрами I, II, III, IV. Кровь разных людей одной группы крови всегда совместима. Кроме того, кровь I группы можно было переливать всем остальным группам без неблагоприятных последствий. Люди с I группой крови являются универсальными донорами, но им самим можно переливать кровь только их группы. Наряду с универсальными донорами имеются и универсальные реципиенты. Это люди, кровь которых принадлежит к IV группе. Им можно переливать кровь любой группы. Людям, имеющим кровь II и III групп, можно переливать кровь I группы и их собственной.

В течение всей жизни человека его группа крови не меняется: антигены, присутствующие в эритроцитах, и антитела, находящиеся в плазме, постоянны в течение всей жизни.

**Резус-фактор.** У многих людей в эритроцитах имеется белок, который получил название *резус-фактор*. Он обозначается символом $Rh^+$. Впервые этот белок был обнаружен у обезьян вида макака-резус. Кровь людей, которые имеют его, называют резус-положительной, а кровь людей, в эритроцитах которых он отсутствует, — резус-отрицательной.

Если человеку с резус-отрицательной кровью перелить резус-положительную кровь, в его организме начнется выработка антител против резус-фактора. При вторичном переливании резус-положительной крови человеку с резус-отрицательной кровью наступает иммунологический конфликт, возникают реакции несовместимости.

Резус-конфликт может произойти и в том случае, когда мать резус-отрицательна, а отец резус-положителен. Если плод будет резус-положительным, то в организме матери начнут вырабатываться антитела, разрушающие резус-белок $Rh^+$. При первой беременности может накопиться немного этих антител, и тогда родится нормальный ребенок. Но при повторной беременности, когда антител накопится много, происходит резус-конфликт, сопровождающийся разрушением эритроцитов ребенка. Развивается гемолитическая болезнь, опасная для жизни новорожденного. С целью ее предупреждения всем беременным с резус-отрицательной кровью делают анализы для выявления антител к резус-фактору. В случае их наличия сразу же после рождения ребенку делают обменное переливание крови.

**Иммунология, лечебные сыворотки, предупредительные прививки (вакцины), антитела, антитоксины, естественный иммунитет: видовой, наследственный, приобретенный; искусственный иммунитет: пассивный, активный; аллергия, аллерген, тканевая совместимость, I, II, III и IV группы крови, резус-фактор, донор, реципиент.**



**1.** Какова заслуга Э. Дженнера и Л. Пастера в изобретении вакцины?
**2.** Почему прививка против кори не обеспечивает иммунитет к столбняку?
**3.** Что такое аллергия и как она возникает?
**4.** Почему тканевая несовместимость является препятствием при пересадке органов?
**5.** Какие группы крови имеются у человека?
**6.** Как можно объяснить конфликт между резус-положительным плодом и резус-отрицательным материнским организмом?

**1.** На рисунке 48 показан процесс приготовления противодифтерийного антитоксина, состоящего из антител, нейтрализующих дифтерийный яд. Рассмотрите рисунок и ответьте на вопросы:
1) Что находится в колбе, содержимое которой вводят лошади несколько раз, постепенно увеличивая дозу?
2) Что происходит в организме лошади в ответ на введение этого вещества?
3) Как обрабатывают кровь лошади, чтобы получить антидифтерийный антитоксин?
4) В каких случаях применяют антидифтерийный антитоксин?
5) Какой тип иммунитета вырабатывается у больного, которому ввели антидифтерийный антитоксин?
**2.** Перепишите схему в тетрадь.
Пометьте стрелочками, кому можно переливать кровь I, II, III и IV группы.

| Доноры | Реципиенты |
|---|---|
| I | I |
| II | II |
| III | III |
| IV | IV |

## *Основные положения главы 5*

Внутренняя среда организма состоит из трех компонентов, объединенных в единую систему: *кровь* пополняет состав *тканевой жидкости*, избыток *тканевой жидкости* всасывается *лимфатическими капиллярами* и после очищения в лимфоузлах попадает снова *в кровь*.

Кровь состоит из плазмы и форменных элементов. В плазме содержатся необходимые клеткам питательные вещества, она уносит из клеток продукты распада. При ранении разрушаются тромбоциты, и содержащийся в плазме фибриноген превращается в фибрин. Кровь свертывается.

Эритроциты крови переносят кислород. В легких гемоглобин превращается в оксигемоглобин $Hb + 4O_2 = HbO_8$. В тканях идет обратная реакция: $HbO_8 = Hb + 4O_2$.

Лейкоциты крови имеют различное строение и выполняют разные функции. Фагоциты обволакивают микробов ложноножками и уничтожают их, лимфоциты действуют другими способами. Одни из них распознают чужеродные вещества — антигены, другие выделяют в плазму крови химические вещества — антитела, которые устраняют эти антигены и убивают микробы данного вида или нейтрализуют их яды.

Способность организма реагировать на чужеродные вещества и уничтожать их называется иммунитетом. Изучение механизмов иммунитета позволило разработать предохранительные прививки вакцины и лечебные сыворотки. Вакцина содержит антигены, которые вызывают у пациента выработку собственных антител. Лечебная сыворотка содержит готовые антитела, выработанные в организме донора.

Изучение иммунных свойств организма позволило понять причины возникновения аллергии, преодолеть тканевую несовместимость, сделать безопасным переливание крови.

Глава 6

# Кровеносная и лимфатическая системы



## Из этой главы вы узнаете,

*как взаимодействуют кровеносная и лимфатическая системы, как работает сердце и как его укрепить, как происходит регуляция деятельности сердца и сосудов. Что надо делать при нарушении сердечной деятельности и кровотечениях*

## Вы научитесь

*с помощью функциональных проб определять степень тренированности вашей сердечно-сосудистой системы, подсчитывать число пульсовых ударов, оказывать первую помощь при кровотечениях, обрабатывать рану и применять препараты, угнетающие микробов*

## § 20. Транспортные системы организма

**1. Какие системы организма могут быть названы транспортными?**
**2. Из каких частей состоит кровеносная система, из каких — лимфатическая?**
**3. Как связаны обе системы между собой?**

К транспортным системам организма относятся кровеносная и лимфатическая системы. Они связаны и дополняют одна другую.

**Органы кровеносной системы.** Система органов кровообращения состоит из сердца и кроненосных сосудов: артерий, вен и капилляров.

*Сердце*, как насос, перекачивает кровь по сосудам. Вытолкнутая сердцем кровь попадает в *артерии*, которые несут кровь к органам. Самая крупная артерия — *аорта*. Артерии многократно ветвятся на более мелкие и образуют *кровеносные капилляры*, в которых происходит обмен веществами между кровью и тканями организма. Кровеносные капилляры сливаются в *вены* — сосуды, по которым кровь возвращается к сердцу. Мелкие вены сливаются в более крупные, пока, наконец, не достигнут сердца.

Кровеносная система человека, как и всех позвоночных, *замкнутая*. Между кровью и клетками тела всегда имеется барьер — стенка кровеносного сосуда, омываемая тканевой жидкостью. У артерий и вен стенки толстые, поэтому содержащиеся в крови питательные вещества, кислород, продукты распада не могут рассеяться по пути. Кровь без потерь донесет их до того места, где они нужны. Обмен между кровью и тканями возможен только в капиллярах, которые имеют чрезвычайно тонкие стенки — из одного слоя эпителиальной ткани. Через нее просачивается часть плазмы крови, пополняя количество тканевой жидкости, проходят питательные вещества, кислород, углекислый газ и другие вещества.

**Лимфатическая система** представлена *лимфатическими капиллярами, лимфатическими сосудами и лимфатическими узлами* (рис. 49, А и 49, Б). Лимфатические капилляры — это слепые мешочки, состоящие из одного слоя эпителиальной ткани. Они вбирают в себя избыток тканевой жидкости и мел-

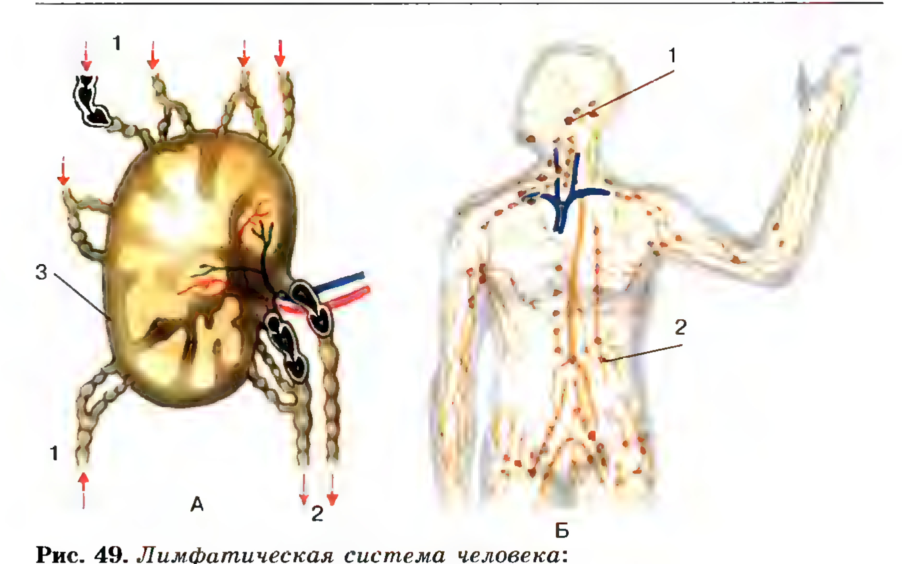



**Рис. 49.** *Лимфатическая система человека*:
А — *лимфатический узел*: 1 — *входящие лимфатические сосуды*; 2 — *выходящие лимфатические сосуды*; 3 — *оболочка лимфатического узла* (*красными и синими линиями показаны кровеносные сосуды, питающие лимфоузел*). Б — *лимфатическая система. Тонкими линиями обозначены лимфатические сосуды, точками — лимфатические узлы* (1), *жирными линиями — грудной лимфатический проток* (2), *впадающий в систему верхней полой вены*

кие твердые частицы. Образовавшаяся в них лимфа оттекает по лимфатическим сосудам, которые сливаются друг с другом и образуют несколько крупных сосудов, впадающих в вены в области грудной клетки.

Лимфатические узлы располагаются по ходу лимфатических сосудов. Это небольшие бобовидные образования розоватого цвета, функционирующие как биологические фильтры: они задерживают попавшие в лимфу частицы и уничтожают микроорганизмы. Лимфатические узлы входят и в иммунную систему, потому что в них формируются лимфоциты, вырабатываются антитела (рис. 49).

Кровеносная и лимфатическая системы тесно связаны между собой. К тканям жидкость поступает только по артериям в составе крови, а оттекает от тканей по двум путям: по венам в составе крови и по лимфатическим сосудам в виде лимфы. Недалеко от сердца потоки крови и лимфы вновь сливаются. Это важно еще и потому, что в кишечнике некоторые питательные вещества попадают не в кровь, а в лимфу.

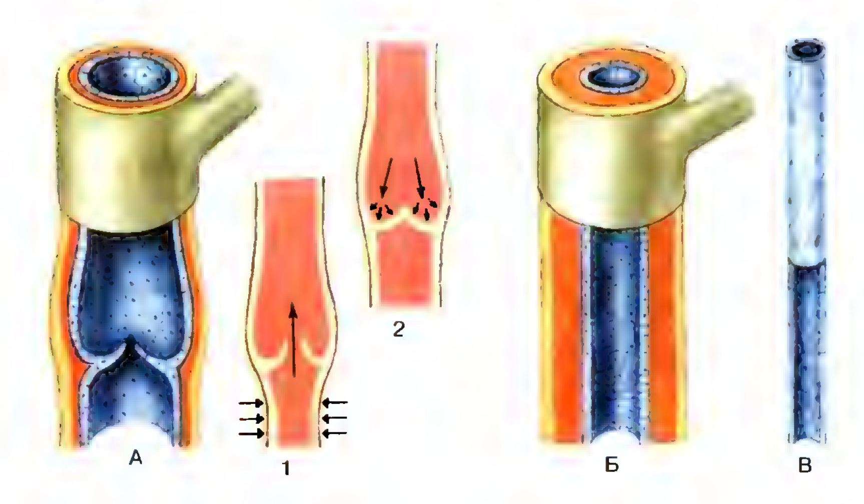



**Рис. 50.** *Кровеносные сосуды*:
А — *вена с кармановидными клапанами*; 1 и 2 — *действие кармановидных клапанов при сдавливании вены мышцами*; Б — *артерия*;
В — *капилляр*

**Строение артерий, капилляров, вен и лимфатических сосудов.** Все сосуды, кроме кровеносных и лимфатических капилляров, состоят из трех слоев (рис. 50). Наружный слой состоит из соединительной ткани, средний — из гладкой мышечной ткани и, наконец, внутренний — из однослойного эпителия. В капиллярах остается только внутренний слой.

Наиболее толстые стенки у артерий. Им приходится выдерживать большое давление крови, выталкиваемой в них сердцем. У артерий мощная соединительнотканная наружная оболочка и мышечный слой. Благодаря гладким мышцам, сжимающим сосуд, кровь получает дополнительное ускорение. Этому же способствует соединительнотканная наружная оболочка: при наполнении артерии кровью она растягивается, а потом в силу своей эластичности давит на содержимое сосуда.

Вены и лимфатические сосуды также имеют соединительнотканный наружный и гладкомышечный средний слой, однако последний не такой мощный. Стенки вен и лимфатических сосудов эластичны и легко сдавливаются скелетными мышцами, через которые они проходят. Внутренний эпителиальный слой средних по размеру вен и лимфатических сосудов образует *кармановидные клапаны*. Они не дают крови

и лимфе течь в обратном направлении. Работа мышц способствует нормальному продвижению крови и лимфы.

**Артерии, аорта, кровеносные капилляры, вены, лимфатические капилляры, лимфатические сосуды, лимфатические узлы, кармановидные клапаны.**

?

1. Какие сосуды называются артериями, венами и капиллярами? В чем различие их строения?
2. Как образуются тканевая жидкость и лимфа?
3. Какое значение в организме имеют лимфатические узлы?

!

1. Перечислите органы кровеносной и лимфатической систем.
2. Если предплечье затянуть ремнем и преградить путь крови, с какой стороны набухнут вены: со стороны плеча или со стороны кисти? Можно ли этим способом узнать, куда движется кровь?

## § 21. Круги кровообращения

**1. Каковы функции большого круга кровообращения?**
**2. Что происходит в малом круге кровообращения?**
**3. Какую функцию выполняют лимфатические капилляры и лимфатические узлы?**

**Два круга кровообращения.** Сердце состоит из *четырех камер*. Две правые камеры отделены от двух левых камер сплошной перегородкой. *Левая часть* сердца (на рисунке 51 она расположена справа) содержит богатую кислородом артериальную кровь, а *правая* — бедную кислородом, но богатую углекислым газом венозную кровь. Каждая половина сердца состоит из *предсердия* и *желудочка*. В предсердиях кровь собирается, затем она направляется в желудочки, а из желудочков выталкивается в крупные сосуды. Поэтому началом кровообращения принято считать желудочки.

Как у всех млекопитающих, кровь у человека движется по *двум кругам кровообращения*: большому и малому (рис. 51).

**Большой круг кровообращения.** В левом желудочке начинается большой круг кровообращения. При сокращении лево-

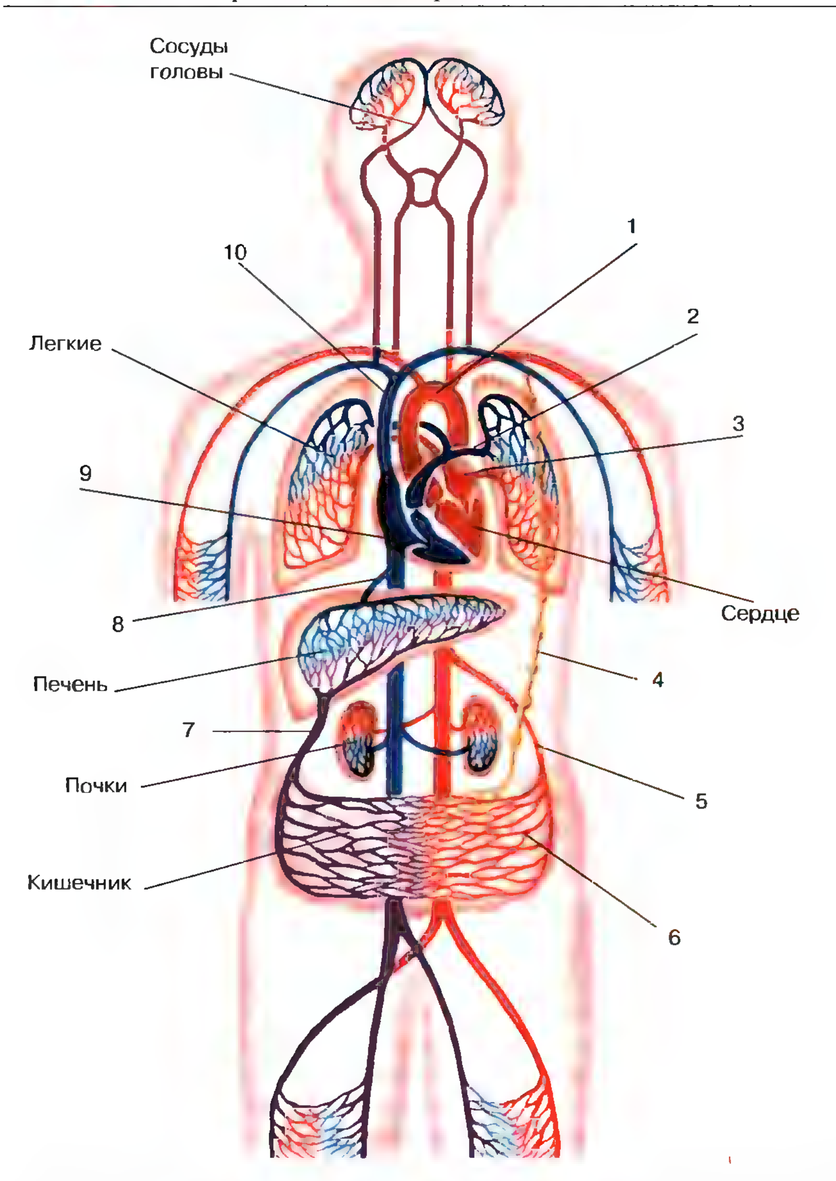



**Рис. 51.** *Схема кровообращения (артериальная кровь изображена красным цветом, венозная — синим, лимфатические сосуды — желтым): 1 — аорта; 2 — легочная артерия; 3 — легочная вена; 4 — лимфатические сосуды; 5 — артерии кишечника; 6 — капилляры кишечника; 7 — воротная вена; 8 — почечная вена; 9 — нижняя и 10 — верхняя полые вены*

го желудочка кровь выбрасывается в аорту — самую большую артерию.

От дуги аорты отходят артерии, снабжающие кровью голову, руки и туловище. В грудной полости от нисходящей части аорты отходят сосуды к органам грудной клетки, а в брюшной — к органам пищеварения, почкам, мышцам нижней половины тела и другим органам. Артерии снабжают кровью все органы и ткани. Они многократно ветвятся, сужаются и постепенно переходят в кровеносные капилляры.

В капиллярах большого круга оксигемоглобин эритроцитов распадается на гемоглобин и кислород. Кислород поглощается тканями и используется для биологического окисления, а выделяющийся углекислый газ уносится плазмой крови и гемоглобином эритроцитов. Питательные вещества, содержащиеся в крови, поступают в клетки. После этого кровь собирается в вены большого круга. Вены верхней половины тела впадают в *верхнюю полую вену*, вены нижней половины тела — в *нижнюю полую вену*. Обе вены несут кровь в правое предсердие сердца. Здесь завершается большой круг кровообращения. Венозная кровь переходит в правый желудочек, откуда начинается малый круг.

**Малый (или легочный) круг кровообращения.** При сокращении правого желудочка венозная кровь направляется в две *легочные артерии*. Правая артерия ведет в правое легкое, левая — в левое легкое. Обратите внимание: *по легочным артериям движется венозная кровь!* В легких артерии ветвятся, становясь все тоньше и тоньше. Они подходят к легочным пузырькам — альвеолам. Здесь тонкие артерии разделяются на капилляры, оплетая тонкую стенку каждого пузырька. Содержащийся в венах углекислый газ уходит в альвеолярный воздух легочного пузырька, а кислород из альвеолярного воздуха переходит в кровь. Здесь он соединяется с гемоглобином. Кровь становится артериальной: гемоглобин вновь превращается в оксигемоглобин и кровь меняет цвет — из темной становится алой. *Артериальная кровь по легочным венам* возвращается к сердцу. От левого и от правого легких к левому предсердию направляются по две легочные вены, несущие артериальную кровь. В левом предсердии малый круг кровообращения заканчивается. Кровь переходит в левый желудочек, и далее начинается большой круг кровообращения. Так каждая капля крови последовательно проходит сначала один круг кровообращения, потом другой.

**Кровообращение в сердце** относится к большому кругу. От аорты к мышцам сердца отходит артерия. Она опоясывает сердце в виде венца и поэтому называется *венечной артерией*. От нее отходят более мелкие сосуды, разбиваясь на капиллярную сеть. Здесь артериальная кровь отдает свой кислород и поглощает углекислый газ. Венозная кровь собирается в вены, которые сливаются и несколькими протоками впадают в правое предсердие.

**Отток лимфы** уносит из тканевой жидкости все, что образуется в процессе жизнедеятельности клеток. Здесь и попавшие во внутреннюю среду микроорганизмы, и отмершие части клеток, и другие ненужные организму остатки. Кроме того, в лимфатическую систему попадают некоторые питательные вещества из кишечника. Все эти вещества попадают в лимфатические капилляры и направляются в лимфатические сосуды. Проходя через лимфатические узлы, лимфа очищается и, освобожденная от посторонних примесей, впадает в шейные вены.

Таким образом, наряду с замкнутой кровеносной системой существует незамкнутая лимфатическая система, которая позволяет очищать межклеточные промежутки от ненужных веществ.

---

**Предсердия и желудочки сердца, аорта, артерии, капилляры, верхняя и нижняя полые вены, легочные артерии, легочные капилляры, альвеолы, легочные вены, артериальная кровь, венозная кровь, венечная артерия.**

---

?

1. Какая кровь течет по артериям большого круга, а какая — по артериям малого?
2. Где начинается и где кончается большой круг кровообращения, а где — малый?
3. К замкнутой или незамкнутой системе относится лимфатическая система?

!

Проследите по схеме, изображенной на рисунках 51 и 42, путь лимфы от момента ее образования до впадения в русло кровеносного сосуда. Укажите функцию лимфатических узлов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

**I. Функция венозных клапанов.**

*Предварительные пояснения.* Если рука опущена, венозные клапаны не дают крови стечь вниз. Клапаны раскрываются лишь после того, как в нижележащих сегментах накопится достаточное количество крови, чтобы открыть венозный клапан и пропустить кровь вверх, в следующий сегмент. Поэтому вены, по которым кровь движется против силы тяжести, всегда набухшие.

*Ход опыта*

Поднимите одну руку вверх, а вторую опустите вниз. Спустя минуту положите обе руки на стол.

*Ответьте на вопросы*:

Почему поднятая рука побледнела, а опущенная — покраснела? В поднятой или опущенной руке клапаны вен были закрыты?

**II. Изменения в тканях при перетяжках, затрудняющих кровообращение** (по рисунку 52).

*Оборудование*: аптечное резиновое кольцо или нитки.

*Предварительные пояснения.* Перетяжка конечности затрудняет отток крови по венам и лимфы по лимфатическим сосудам. Расширение кровеносных капилляров и вен приводит к покраснению, а затем и к посинению части органа, изолированной перетяжкой. В дальнейшем эта часть органа становится белой из-за выхода плазмы крови в межклеточные промежутки, поскольку давление крови возрастает (так как нет оттока крови), а отток лимфы по лимфатическим сосудам также заблокирован. Тканевая жидкость накапливается, сдавливая клетки. Орган становится плотным на ощупь. Начинающееся кислородное голодание тканей субъективно ощущается как «ползание мурашек», покалывание. Работа рецепторов нарушается.

*Ход опыта*

Накрутите на палец резиновое кольцо или перетяните палец ниткой. Обратите внимание на изменение цвета пальца. Почему он де-

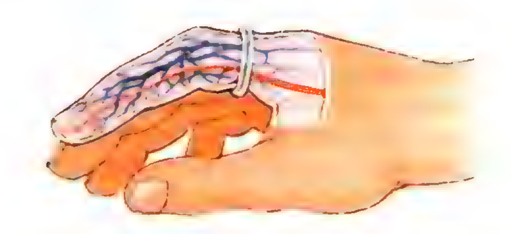


**Рис. 52.** *Схема перетяжки пальца*

лается сначала красным, потом фиолетовым, а затем белым? Почему ощущаются признаки кислородной недостаточности? Как они проявляются? Дотроньтесь перетянутым пальцем до какого-либо предмета. Палец кажется каким-то ватным. Почему нарушена чувствительность? Почему ткани пальца уплотнены? Снимите перетяжку и помассируйте палец по направлению к сердцу. Что достигается этим приемом?

*Ответьте на вопросы*:

Почему вредно туго затягиваться ремнем, носить тесную обувь? Почему вышли из моды корсеты, которыми затягивались дамы XIX столетия?

## § 22. Строение и работа сердца

**1. Как определить размеры сердца?**
**2. Каковы функции сердечной сумки?**
**3. Как работают клапаны сердца?**
**4. Из чего слагается сердечный цикл?**
**5. Как регуляция со стороны центральной нервной системы сочетается с автоматизмом сердечной деятельности?**

**Положение сердца в грудной полости.** Слово «сердце» происходит от слова «середина». Сердце находится в середине между правым и левым легкими и лишь слегка смещено в левую сторону. Верхушка сердца направлена вниз, вперед и немного влево, поэтому удары сердца максимально ощущаются слева от грудины.

Размеры сердца человека примерно равны размерам его кулака. Сердце не случайно называют полым мускульным мешком. *Наружный слой* стенки сердца состоит из соединительной ткани. *Средний* — миокард — мощный мышечный слой. *Внутренний слой* состоит из эпителиальной ткани. Сердце имеет те же слои, что и сосуды.

Сердце находится в соединительнотканном «мешке», который называется *околосердечной сумкой*. Она неплотно прилегает к сердцу и не мешает ему работать. Кроме того, внутренние стенки околосердечной сумки выделяют *жидкость*, которая снижает трение сердца о стенки сердечной сумки.

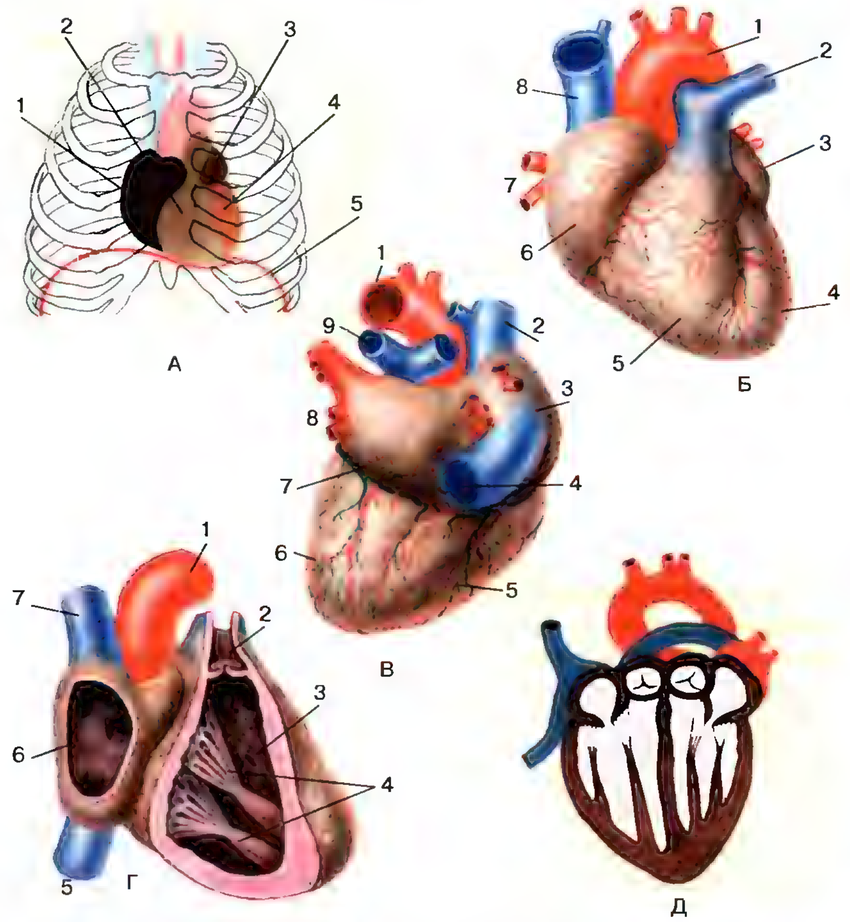



**Рис. 53.** *Сердце и сосуды, связанные с сердцем.*
А — *положение сердца в грудной полости*: 1 — *правое предсердие*; 2 — *правый желудочек*; 3 — *левое предсердие*; 4 — *левый желудочек*; 5 — *диафрагма*; Б — *сердце с отходящими сосудами* (*вид спереди*): 1 — *аорта*; 2 — *легочная артерия*; 3 — *левое предсердие*; 4 — *левый желудочек*; 5 — *правый желудочек*; 6 — *правое предсердие*; 7 — *легочные вены*; 8 — *верхняя полая вена*; В — *сердце с отходящими сосудами* (*вид сзади*): 1 — *аорта*; 2 — *верхняя полая вена*; 3 — *правое предсердие*; 4 — *нижняя полая вена*; 5 — *правый желудочек*; 6 — *левый желудочек*; 7 — *левое предсердие*; 8 — *легочные вены*; 9 — *легочная артерия*; Г — *внутреннее строение сердца* (*правая сторона*): 1 — *аорта*; 2 — *легочная артерия с полулунным клапаном*; 3 — *правый желудочек*; 4 — *створчатые клапаны с сухожильными нитями и сосочковыми мышцами*; 5 — *нижняя полая вена*; 6 — *правое предсердие*; 7 — *верхняя полая вена*; Д — *общая схема строения сердца*




**Рис. 54.** *Сердечный цикл:*
*1 — сокращение предсердий; 2 — сокращение желудочков; 3 — пауза. При сокращении желудочков открываются полулунные клапаны и закрываются створчатые. В остальных фазах створчатые клапаны всегда открыты, полулунные — всегда закрыты*

Сердце человека разделено сплошной перегородкой на левую и правую части. Каждая из них состоит из предсердия и желудочка. Между ними находится по створчатому клапану. Сухожильные нити, прикрепленные к сосочковым мышцам, связывают клапаны с дном желудочков и не дают им вывернуться в сторону предсердий (рис. 53, Г). При сокращении желудочков створчатые клапаны закрываются, и кровь в предсердия попасть не может. Из левого желудочка кровь поступает в аорту, из правого желудочка — в легочную артерию. Между желудочками и этими артериями имеются полулунные клапаны. Они препятствуют возвращению крови из артерий в желудочки. Поэтому кровь движется только в одном направлении.

**Особенности сердечной мышцы.** Сердечная мышца, как и скелетная, состоит из поперечнополосатых мышечных волокон. В стенке сердца имеются особые мышечные волокна, способные *самовозбуждаться.* Скелетная мышца может сокращаться лишь в ответ на приходящий нервный импульс, а сердечная мышца сокращается под влиянием импульсов, возникающих в ней самой. Способность органа работать без сигнальных раздражений извне называется *автоматизмом.* Сердечная мышца тоже обладает этой способностью.

**Сердечный цикл.** Сердце ритмически сокращается и расслабляется. При сокращении кровь выталкивается из камеры, при расслаблении заполняет ее (рис. 54).

1. Сердечный цикл начинается с *сокращения предсердий.* При этом кровь через открытые створчатые клапаны протал-

кивается в желудочки сердца. Сокращение предсердий начинается с места впадения в него вен, поэтому устья их сжаты и попасть назад в вены кровь не может.

2. Вслед за предсердиями *сокращаются желудочки*. Створчатые клапаны, отделяющие предсердия от желудочков, поднимаются, захлопываются и препятствуют возврату крови в предсердия. Удерживающие их нити и сосочковые мышцы напряжены. Благодаря этому кровь не может попасть в предсердия. Под ее напором открываются полулунные клапаны на границе между желудочками и выносящими сосудами, и кровь направляется из левого желудочка в аорту (большой круг кровообращения), а из правого желудочка в легочные артерии (малый круг кровообращения).

3. *Пауза*. После окончания сокращения желудочков артерии растягиваются под напором вытолкнутой крови, а полулунные клапаны захлопываются, и кровь устремляется по артериям. Попасть обратно в желудочки сердца кровотоку не дают полулунные клапаны. Во время паузы сердечные камеры заполняются кровью. Створчатые клапаны открыты. Из вен кровь попадает в предсердия и частично стекает в желудочки. Когда начнется новый цикл, оставшаяся в предсердиях кровь будет вытолкнута в желудочки — цикл повторится. Сердечный цикл имеет определенную продолжительность: 0,1 с сокращаются предсердия; 0,3 с сокращаются желудочки и 0,4 с длится пауза. Когда сердце учащает свою работу, пауза становится короче.

**Регуляция сердечных сокращений.** Мы уже говорили, что сердце обладает автоматизмом — сокращается под влиянием раздражений, возникающих в нем самом. Благодаря этому последовательность работы камер сердца сохраняется при любых условиях. Но под влиянием внешних и внутренних причин интенсивность работы сердца может изменяться. Изменение частоты и силы сердечных сокращений происходит под влиянием импульсов центральной нервной системы и поступающих с кровью биологически активных веществ. Но последовательность фаз сердечного цикла при этом не меняется.

От центральной нервной системы к сердцу подходят два нерва: *парасимпатический* (*блуждающий*) и *симпатический*. Блуждающий нерв замедляет работу сердца, а симпатический ее ускоряет. На интенсивность работы сердца влияют гормоны и другие органические и минеральные вещества. Так,

ион $K^+$ замедляет и ослабляет сердечную деятельность, а ион $Ca^{++}$ ее ускоряет и усиливает, как гормон надпочечников (адреналин).

В организме работа сердца всегда находится под регулирующим влиянием центральной нервной системы и гуморальных факторов. Физическая работа, эмоциональное состояние, умственное напряжение сказываются на работе сердца.

---

**Околосердечная сумка, створчатые клапаны, сосочковые мышцы, полулунные клапаны, автоматизм, сердечный цикл, фазы сердечного цикла; сокращение предсердий, желудочков, пауза; симпатический и блуждающий нервы, адреналин.**

---

?

**1.** Где находится сердце? Каковы его размеры?
**2.** Из каких слоев состоит стенка сердца?
**3.** Почему стенка левого желудочка более мощная, чем правого желудочка? Почему стенки предсердий тоньше стенок желудочков?
**4.** Что происходит в каждой фазе сердечного цикла?
**5.** Что такое автоматизм сердца и как он сочетается с нервной и гуморальной регуляцией?

!

Прокомментируйте следующие факты, ответьте на вопросы.
А. Впервые сердце человека было оживлено спустя 20 ч после смерти пациента в 1902 г. русским ученым Алексеем Александровичем Кулябко (1866—1930). Ученый направил питательный раствор, обогащенный кислородом и содержащий адреналин, в сердце через аорту.
1) Мог ли раствор попасть в левый желудочек?
2) Куда он мог проникнуть, если известно, что вход в венечную артерию находится в стенке аорты и во время выброса крови прикрывается полулунными клапанами?
3) Почему помимо питательных веществ и кислорода в раствор был включен адреналин?
4) Какая особенность сердечной мышцы позволила оживить сердце вне организма?
Б. Впервые вывел пациента из состояния клинической смерти советский военный врач Владимир Александрович Неговский, который применил переливание крови пациенту в аорту, против естественного тока крови. На чем был основан этот прием?

# § 23. Движение крови по сосудам. Регуляция кровоснабжения

**1. По каким законам движется кровь в организме?**
**2. Как изменяется артериальное давление крови и как оно измеряется?**
**3. Как изменяется скорость кровотока в артериях, капиллярах и венах?**
**4. В чем причина пульса?**
**5. Как распределяется кровь в организме?**
**6. Отчего нарушается артериальное давление?**
**7. Чем опасна гипертония?**

**Причина движения крови** — *работа сердца*, которая создает разность давления между началом и концом сосудистого русла. Кровь, как и всякая жидкость, движется из области высокого давления в область, где оно ниже. Самое высокое давление в аорте и легочных артериях, самое низкое — в нижней и верхней полых венах и в легочных венах. Поэтому кровь движется в направлении от артериальной системы сосудов к венозной.

Давление крови *снижается постепенно*, но не равномерно. В артериях оно самое высокое, в капиллярах — ниже, в венах оно падает еще больше, поскольку много энергии затрачивается на проталкивание крови через систему капилляров: при движении кровоток испытывает сопротивление, которое зависит от диаметра сосуда и вязкости крови.

**Артериальное давление крови.** Первая особенность артериального давления в том, что оно неодинаково: чем дальше от сердца находится артериальный сосуд, тем давление в нем меньше. Между тем знать артериальное давление необходимо, так как оно является важным показателем здоровья. Чтобы получать сравнимые результаты, было решено измерять артериальное давление у человека в плечевой артерии и выражать его в миллиметрах ртутного столба.

Второй особенностью артериального давления является то, что оно зависит от цикла сердечных сокращений. Давление в артериях *максимально*, когда кровь выталкивается из желудочков, и *минимально* перед открытием полулунных клапанов. Максимальное давление называют *верхним*, минимальное — *нижним*. Записывается артериальное давление

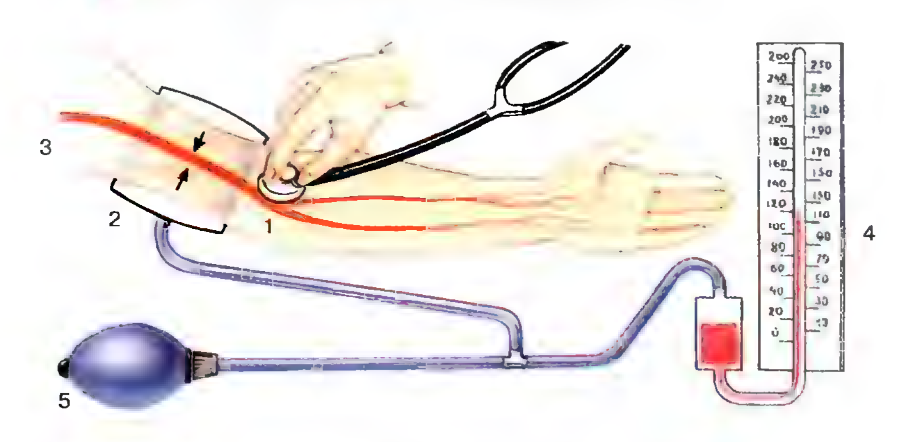



**Рис. 55.** *Измерение артериального давления тонометром. Давление воздуха в манжетке указано стрелками*; 1 — *фонендо скоп*; 2 — *манжетка*; 3 — *плечевая артерия*; 4 — *манометр*; 5 — *груша с клапаном для сбрасывания давления*

**(АД)** в виде дроби: в числителе ставят верхнее давление, в знаменателе — нижнее. АД = $^{140}/_{70}$ означает, что у человека верхнее давление 140 мм рт. ст., а нижнее 70 мм рт. ст. Для измерения артериального давления применяется *тонометр* (рис. 55).

Манжетку тонометра надевают на плечо и с помощью резиновой груши накачивают в нее воздух. Фонендоскоп прикладывают к месту локтевого сгиба там, где проходит плечевая артерия. В начале измерения в манжетке создают давление, превышающее верхнее давление крови в плечевой артерии. Звуков в это время в фонендоскопе не слышно. После этого открывают винтовой клапан и выпускают воздух. Момент *появления* в фонендоскопе пульсирующих звуков соответствует *верхнему давлению*, а их *исчезновение* — *нижнему*.

**Скорость кровотока.** Скорость движения крови зависит от площади поперечного сечения сосудов, через которые она проходит. Зависимость обратно пропорциональная. Аорта имеет поперечное сечение 1 см$^2$, нижняя и верхняя полые вены, собирающие кровь, вытолкнутую сердцем через аорту, в сумме составляют 2 см$^2$. Зная эту закономерность, легко вычислить, что скорость тока в нижней и верхней полых венах будет в два раза меньше, чем в аорте. И действительно, примерная скорость крови в аорте 50 см/с, а в полых венах лишь

25 см/с. В капиллярах, общая площадь которых в 500—600 раз превышает площадь аорты, кровь будет двигаться в 500—600 раз медленнее.

Чтобы убедиться в этом, измерим скорость кровотока в сосудах ногтевого ложа и подсчитаем, во сколько раз она меньше скорости в аорте и в полых венах.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

### *Измерение скорости кровотока в сосудах ногтевого ложа*

*Оборудование*: секундомер; если его нет, время удобно отсчитывать словами «раз секунда, два секунда» и т. д., что примерно соответствует указанному времени.

*Предварительные пояснения.* Сосуды ногтевого ложа включают не только капилляры, но и мельчайшие артерии, называемые артериолами. Для определения скорости кровотока в этих сосудах надо узнать длину пути — $S$, которую пройдет кровь от корня ногтя до его вершины, и время — $t$, которое ей для этого потребуется. Тогда по формуле $V = \frac{S}{t}$ мы сможем узнать среднюю скорость кровотока в сосудах ногтевого ложа.

*Ход опыта*

1. Измерим длину ногтя от основания до верхушки, исключив прозрачную часть ногтя, которую обычно срезают: под ней нет сосудов.
2. Определим время, которое необходимо крови для преодоления этого расстояния. Для этого указательным пальцем нажмем на пластинку ногтя большого пальца так, чтобы он побелел. При этом

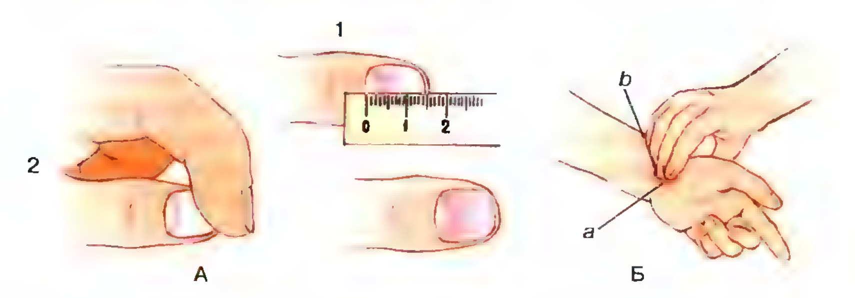



**Рис. 56.** А — *измерение скорости наполнения сосудов ногтевого ложа*: 1 — *измерение длины ногтевой пластинки*; 2 и 3 — *определение времени, за которое происходит наполнение сосудов ногтевого ложа*; Б — *прием измерения пульса лучевой артерии*

кровь будет вытеснена из сосудов ногтевого ложа. Теперь освободим сжатый ноготь и измерим время, за которое он покраснеет. Этот момент и укажет нам время, за которое кровь проделала свой путь.
3. После этого по формуле надо рассчитать скорость кровотока. Полученные данные сравним со скоростью кровотока в аорте. Объясните разницу.

*Оценка результатов*

У большинства людей получается около 1—0,5 см/с. Это в 50—100 раз меньше, чем в аорте, и в 25—50 раз меньше, чем в полых венах. Медленное течение крови в капиллярах дает возможность тканям получить из крови питательные вещества и кислород и отдать ей углекислый газ и продукты распада.

**Пульс.** При каждом сокращении сердца стенки артерий приходят в *колебание.* Толчкообразные колебания стенок артериальных сосудов, вызванные растяжением стенок аорты и поступлением в них крови из желудочка, называют *пульсом.* Пульсовые колебания проходят по артериям и гасятся в капиллярах. Число и сила *сердечных толчков* отражаются на пульсовой волне. Поэтому по пульсу можно судить не только о числе сердечных толчков, но и о их силе, частоте, кровенаполнении сосудов и других показателях, важных для здоровья (рис. 56, Б).

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

### *Опыт, доказывающий, что пульс связан с колебаниями стенок артерий, а не с толчками, возникающими при движении крови*

*Предварительные пояснения.* Чтобы решить эту задачу, надо на каком-то участке артерии остановить движение крови, но так, чтобы стенки артерий могли продолжать колебаться. Для этого найдите пульс на лучевой артерии, например, выберите участок *ba* (рис. 56, Б). Прощупайте пульс четырьмя пальцами. Наметьте точку *a*, ближайшую к большому пальцу исследуемой руки, и точку *b*, наиболее удаленную от большого пальца. Кровь течет от точки *b* к точке *a*.

*Ход опыта*

Если зажать артерию в точке *a*, движение крови на участке *ba* будет остановлено. Однако стенка артерии в точке *b* будет продолжать колебаться, и пульс в этой точке будет прощупываться.

Теперь зажмите артерию в точке *b*. В результате вы не только остановите кровь, но и прекратите распространение пульсовой волны, которая не сможет пройти через участок *b*. В этом случае в точке *a* пульс ощущаться не будет.

*Оценка результатов*

Пульсовая волна передается по стенке артерий и не зависит от наличия или отсутствия кровотока. Пульс прощупывается выше места, где артерия перетянута, а ниже этого места отсутствует и кровоток, и пульс, потому что, прижимая стенки артерий друг к другу, мы не только останавливаем кровь, но и останавливаем колебание стенок артерий.

**Распределение крови в организме.** Лучше всего снабжаются кровью активно работающие органы. Дозировка поступающих питательных веществ и кислорода достигается путем спадения или расширения диаметра капилляров. Благодаря тому что в них создается большое давление, через них проходит много крови. Если же давление крови падает, часть капилляров сужается и через них кровь не проходит.

**Поддержание постоянства артериального давления.** Если человек здоров, то при нагрузках повышается лишь верхнее артериальное давление, а нижнее меняется незначительно.

Относительное постоянство артериального давления поддерживают рецепторы, расположенные в стенках кровеносных сосудов. Особенно их много в *сонных артериях*, несущих кровь к головному мозгу. Когда артериальное давление опускается до нижней границы, возникают рефлексы, увеличивающие силу сердечных сокращений и сужающие кровеносные сосуды. Это приводит к повышению давления. Если же артериальное давление поднимается к верхней границе, сила и частота сердечных сокращений снижаются, сосуды расширяются и давление падает. Регуляция кровяного давления происходит непрерывно, и оно постоянно колеблется от максимальной до минимальной величины, не выходя за пределы, необходимые для кровоснабжения органов. Нервная регуляция поддерживается гуморальной регуляцией.

**Нарушения артериального давления.** Стойкое повышение артериального давления называют *гипертонией*. Оно происходит за счет сужения (спазма) *артериол* — мелких артериальных сосудов. При этом нарушается кровоснабжение тканей и возникает угроза разрыва стенки какого-либо сосуда. Пи-

тание соответствующего участка ткани нарушается, и может развиться омертвление — *некроз*. Если кровоизлияние произошло, например в головном мозге или в сердце, может наступить быстрая смерть. Кровоизлияние в мозг называют *инсультом*, кровоизлияние в мышцу сердца, приведшее к омертвлению его участка, — *инфарктом миокарда*.

Низкое давление — *гипотония* также нарушает кровоснабжение органов и ведет к ухудшению самочувствия.

---

**Артериальное давление крови;**
**пульс, кровоснабжение органов, гипертония и гипотония, спазм сосудов, артериолы, некроз, инсульт, инфаркт.**
**Приборы для измерения артериального давления крови: тонометр, фонендоскоп.**

---

?

**1.** Что является причиной движения крови по сосудам?
**2.** Как изменяется давление крови в артериях, венах и капиллярах?
**3.** Какое артериальное давление считается верхним, а какое — нижним?
**4.** Как измеряют давление с помощью тонометра и фонендоскопа?
**5.** Почему при переходе от одной деятельности к другой меняется кровоснабжение органов?
**6.** Чем опасно повышение артериального давления?
**7.** Что такое инсульт и что такое инфаркт миокарда?

!

Итальянский ученый Анджело Моссо положил человека поверх больших, но очень чувствительных весов и уравновесил их (рис. 57). Когда он предложил испытуемому решить арифметическую задачу, его голова стала опускаться вниз. Объясните этот опыт.

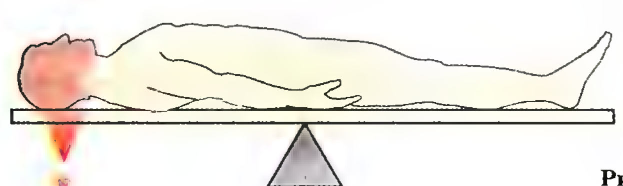


**Рис. 57.** *Опыт Моссо*

# § 24. Гигиена сердечно-сосудистой системы. Первая помощь при заболевании сердца и сосудов

**1. Как под действием постоянных нагрузок и правильной тренировки изменяется работа сердца?**
**2. Всегда ли большая масса сердца — признак здоровья?**
**3. Каковы последствия гиподинамии и вредных привычек — курения, потребления алкоголя?**
**4. Как оказать первую помощь человеку при стенокардии, гипертоническом кризе?**

**Сердце тренированного и нетренированного человека.** При физической нагрузке обмен веществ в организме возрастает, усиливается потребление кислорода и питательных веществ, больше выделяется продуктов распада. Поэтому работа сердца усиливается. Усиление сердечной деятельности может произойти как за счет увеличения частоты сердечных сокращений, так и за счет выброса большего количества крови при каждом сокращении. Количество крови, выбрасываемое сердцем за 1 цикл, называется *ударным объемом сердца.*

Ударный объем сердца нетренированного человека небольшой, так как сердечная мышца слаба и не может вытолкнуть большое количество крови. Поэтому усиление кровообращения происходит преимущественно за счет возрастания частоты сердечных сокращений. Но при этом сокращается время, приходящееся на паузу сердца, и сердце мало отдыхает и быстро устает.

У тренированных людей увеличение работы сердца происходит больше за счет увеличения ударного объема, то есть количества крови, выбрасываемого в аорту при каждом сокращении. Потому период отдыха сердца уменьшается мало и сердце успевает отдыхать. В этом случае говорят: сердце работает экономно. При очень высоких нагрузках сердце тренированного человека может увеличить свою работоспособность не менее чем в два раза за счет ударного объема и в три раза за счет частоты сердечных сокращений. Итого в шесть раз. Сердце нетренированного человека может усилить работоспособность примерно в три раза только за счет частоты сердечных сокращений.

**Правила тренировки сердечно-сосудистой системы.** Сердце — мышечный орган и как всякая мышца нуждается в кис-

лороде и питательных веществах. Попытка нетренированного человека сразу приступить к большим нагрузкам обычно приводит не только к утомлению мышц, но и к кислородному голоданию, а сердце очень чувствительно к недостатку кислорода.

С другой стороны, известно, что слабые нагрузки тренировочного эффекта не дают. Поэтому нагрузка должна не только постепенно наращиваться, но и правильно дозироваться.

Большое значение приобретает правильное соотношение работы и отдыха: чем сильнее и интенсивнее работало сердце во время тренировок, тем реже оно будет сокращаться во время отдыха. Такой режим наиболее благоприятен для восстановления сердечной деятельности.

**Размеры сердца и здоровье.** Можно предположить, что в результате тренировки сердце крепнет, становится больше и сильнее. Это действительно так, но далеко не всегда увеличение массы сердца говорит о его выносливости и высокой работоспособности.

Большая масса сердца может развиваться у любителей алкогольных напитков. При недостатке активности и злоупотреблении спиртными напитками, особенно пивом, волокна сердечной мышцы частично разрушаются и замещаются соединительной тканью, заполненной жиром. Увеличение массы сердца происходит за счет ткани, которая сокращаться не может. Несмотря на свою подчас значительную величину, такое сердце обладает малой мощностью и подвержено различным заболеваниям.

**Последствия гиподинамии.** *Гиподинамия* — это недостаток двигательной активности. Вследствие чего не только слабеют мышцы сердца и тела, но и происходят другие нарушения (см. § 14). Например, при недостаточной двигательной нагрузке истончаются кости, а содержащийся в них кальций поступает в кровь. Он оседает на стенках сосудов, из-за чего сосуды становятся ломкими, теряют эластичность и легко повреждаются. Потерявшая эластичность стенка не может при необходимости расширяться, и поддержание нормального артериального давления крови в сосудах затрудняется.

**Влияние курения.** Под действием веществ, содержащихся в табачном дыму, сердце начинает работать сильнее и чаще, а сосуды суживаются. Это приводит к стойкому повышению артериального давления.

Особенно часто у курящих людей страдают артерии ног. Из-за нарушения регуляции происходит устойчивый спазм сосудов. Их стенки смыкаются, и кровообращение мышц затрудняется. Болезнь называется *перемежающейся хромотой*. Она проявляется в том, что во время ходьбы внезапно начинается резкая боль в мышцах ног, и человек вынужден останавливаться. После 1—2 мин отдыха он вновь способен идти, но вскоре боль возобновляется. Из-за недостатка кислорода постепенно может развиться омертвление тканей (гангрена). Нередко дело кончается ампутацией стопы, а иногда даже всей ноги.

**Первая помощь при стенокардии.** Стенокардию в народе называют «грудной жабой» из-за болевых приступов (сжимающих и давящих) в центральной или левой части грудной клетки. Нередко боль распространяется на левую руку. Приступы обычно длятся несколько минут и сопровождаются слабостью, чувством страха. Причина стенокардии — сужение коронарных артерий и ослабление кровоснабжения некоторых участков сердца. Если кровь не поступает долго, может произойти омертвление тканей этого участка (инфаркт).

Обнаружить инфаркт и другие повреждения сердца можно с помощью *электрокардиографа*. Этот прибор улавливает биотоки, возникающие в сердечной мышце во время ее сокращения. Они многократно усиливаются и приводят в движение специальный писчик, который записывает биотоки в виде кривой. Электрическая активность участков сердечной мышцы, испытывающих недостаток кровоснабжения, изменяется, и это хорошо видно на *электрокардиограмме*. По ней можно установить, какой участок сердца поражен, а сравнивая нынешнюю кардиограмму с прошлыми, можно узнать, как проходит процесс лечения. Это позволяет следить за его ходом. Поэтому ранее сделанные электрокардиограммы надо сохранять.

Во время приступа стенокардии желателен полный покой, удобное неподвижное положение тела, так как дополнительная физическая нагрузка может резко ухудшить состояние больного. Если он упал, ни в коем случае до вызова скорой медицинской помощи не следует перекладывать или переносить его. Необходимо лишь дать ему таблетку какого-нибудь препарата, расширяющего сосуды сердца (валидол, нитроглицерин).

**Первая помощь при гипертоническом кризе** — резком повышении артериального давления. Человек во время приступа испытывает ощущение жара. Кожа лица краснеет, учащается сердцебиение, в области сердца появляются колющие боли. Могут быть тяжесть и боли в области затылка. Иногда это сопровождается тошнотой и рвотой.

Оказывающий первую помощь должен посадить больного в кресло или положить в постель и дать ему препараты, снижающие давление, которые были рекомендованы ему раньше врачом. На затылок и шею можно наложить горчичники.

Страдающие гипертонической болезнью не должны потреблять много жидкости, злоупотреблять животными жирами и пряностями, так как это содействует накоплению жидкости в организме, а следовательно, и повышению артериального давления. Категорически запрещается курить и употреблять спиртные напитки.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

### *Функциональная проба*

**Реакция сердечно-сосудистой системы на дозированную нагрузку**

*Оборудование*: секундомер или часы с секундной стрелкой.

*Предварительные пояснения.* Цель этой работы — познакомиться с функциональными пробами, позволяющими выяснить степень тренированности своего сердца. Для этого измеряют частоту сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя и после дозированной нагрузки. На большом статистическом материале выяснено, что у здоровых подростков (после 20 приседаний) ЧСС возрастает на $^1/_3$ по сравнению с состоянием покоя и нормализуется спустя 2—3 мин после окончания работы. Зная эти данные, можно проверить состояние своей сердечно-сосудистой системы.

*Ход опыта*

1. Измерьте пульс в состоянии покоя. Для этого сделайте 3—4 измерения за 10 с и среднее значение умножьте на 6.
2. Сделайте 20 приседаний в быстром темпе, сядьте и тут же измерьте ЧСС за 10 с.
3. Повторите замеры через каждые 20 с. Определите ЧСС за 10 с. (При замерах 20 с пульс отсчитывается от конца предшествующего измерения.)
4. Свои результаты оформите в виде таблицы.

*Оценка результатов.* Результаты хорошие, если ЧСС после приседаний повысилась на $^1/_3$ или меньше от результатов покоя; если наполовину — результаты средние, а если больше чем наполовину — результаты неудовлетворительные.

**Ударный объем сердца, перемежающаяся хромота, гангрена, спазм сосудов, стенокардия, инфаркт, электрокардиограмма, функциональная проба.**



**1.** Почему во время физической нагрузки работа сердца усиливается? Приведите примеры своих наблюдений.
**2.** Чем сердце тренированного человека отличается от сердца нетренированного человека?
**3.** Каковы правила тренировки сердечной деятельности?
**4.** Как влияет алкоголь на работу сердца?
**5.** Что такое гиподинамия и каковы ее последствия?
**6.** В чем проявляются нарушения регуляции сердечно-сосудистой системы под влиянием табачного дыма?

!

**1.** Объясните, почему увеличение скорости кровотока за счет увеличения ударного объема сердца для организма более выгодно, чем увеличение скорости движения крови на ту же величину за счет более частых сокращений сердца.
**2.** Перечислите приемы первой помощи при стенокардии, при гипертоническом кризе.

## § 25. Первая помощь при кровотечениях

**1. Что такое внутреннее кровотечение?**
**2. Как установить тип открытого кровотечения?**
**3. Какими приемами можно остановить кровь?**
**4. Как ухаживать за раной?**
**5. Что делать при носовом кровотечении?**

**Внутренние кровотечения.** Кровотечения могут быть *внешними*, когда кровь изливается наружу, и *внутренними*, когда целостность кожных покровов не нарушена и кровь изливается в органы или в межтканевые промежутки. О внутренних кро-

вотечениях мы говорили, когда рассматривали меры первой помощи при ушибах, растяжениях связок, вывихах суставов и закрытых переломах. При небольших поверхностных поражениях сосудов кровь обычно вытекает в рыхлую клетчатку, возникает гематома (синяк). Со временем кровь начинает свертываться, а гемоглобин — разрушаться. В зависимости от степени его разрушения гематома выглядит вначале красной, затем фиолетовой, синей, зеленой и, наконец, желтой. После этого она рассасывается и исчезает. По цвету синяка можно узнать о времени ушиба.

При ушибе головы излившаяся из сосудов кровь скапливается под надкостницей, образуя «шишку». Она станет меньше, если прижать к ушибленному месту холодный металлический предмет, например монету. Этим способом удается механически сжать капилляры и уменьшить кровотечение. Холод способствует уменьшению боли и сужению сосудов.

**Внешние (открытые) кровотечения.** Кровотечения, при которых кровь из раны выходит наружу, называют *внешними*. В таких случаях надо попытаться остановить кровотечение, предохранить рану от возможной инфекции, уменьшить боль.

Если рана небольшая и кровь как бы сочится, можно предположить повреждение капиллярной сети. Для остановки кровотечения полезно промыть рану пероксидом водорода, смазать пораженное место йодом или спиртовым раствором бриллиантового зеленого, после чего зажать рану ватным тампоном. Если этим приемом удалось остановить кровь, повязку можно не накладывать.

При венозном кровотечении кровь вытекает довольно сильной струей. Она вишневого цвета, идет ровно, без толчков. Края раны часто расходятся, и она становится зияющей. В этом случае обрабатывать всю рану йодом нельзя: надо смазать лишь ее края, затем приготовить стерильную салфетку (можно из бинта), наложить на нее антисептическую мазь (то есть угнетающую жизнедеятельность микробов) и приложить к ране. Затем наложить слой ваты и туго забинтовать. Стенки вен мягкие, и тугая повязка может их сдавить так, что кровь через поврежденное место пройти не сможет.

Наиболее опасны артериальные кровотечения. Узнать их нетрудно: ярко-алая кровь вытекает пульсирующей струей, при повреждении крупного сосуда бьет фонтаном. Артериальное кровотечение опасно тем, что пострадавший может быстро

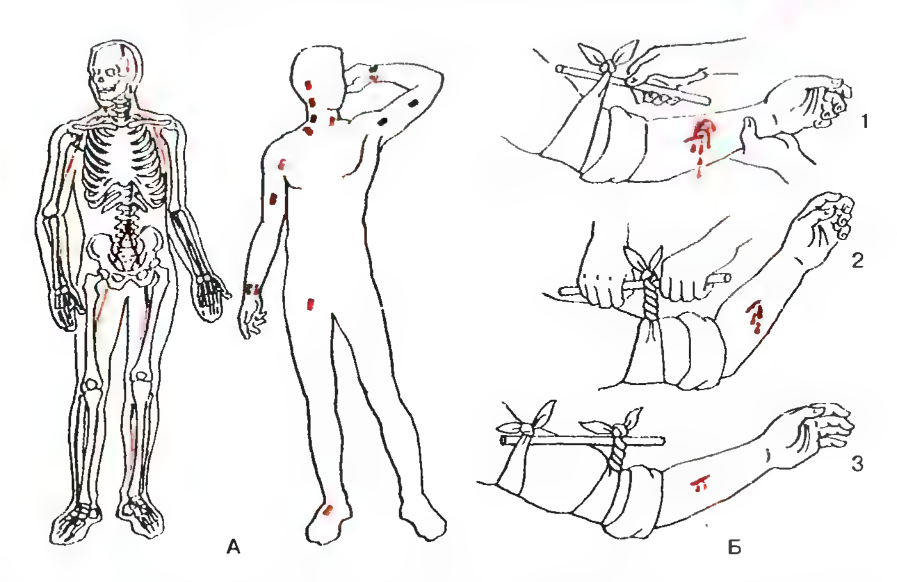



**Рис. 58.** *Точки пальцевого прижатия артерий* (А). *Наложение закрутки* (Б): 1 — *начальная стадия наложения закрутки*; 2 — *завертывание закрутки*; 3 — *закрепление закрутки*

потерять много крови. Поэтому прежде всего надо остановить кровотечение. Вначале это достигается зажатием артерии в тех местах, где прощупывается пульс. Затем, если повреждены конечности, необходимо наложить жгут или закрутку выше раненого участка (рис. 58). Потом следует приступить к обработке раны антисептическими препаратами и к наложению повязки. Если помощь оказывают несколько человек, это можно делать одновременно.

Остановку кровотечения на поврежденной конечности с помощью закрутки осуществляют так. Конечность приподнимают вверх и на месте наложения закрутки подкладывают мягкую ткань: одежду, полотенце. Накладывать закрутку или жгут на голое тело нельзя, так как можно повредить кожу. Затем конечность обвязывают веревкой (или чем-то, ее заменяющим) и свободно завязывают узлом. В образовавшееся кольцо просовывают палку или какой-либо другой прочный предмет и вращают его до тех пор, пока круговое сдавливание не остановит кровотечение. После этого закрепляют палку.

При правильно наложенном жгуте конечность делается бледной. Затягивать закрутку слишком сильно тоже нельзя,

так как можно повредить ткани и даже нервы. Под жгут надо положить записку с указанием времени наложения, поскольку держать жгут летом можно не больше двух часов, а зимой — не более часа: в обескровленной конечности могут произойти необратимые изменения. Если в течение этого времени доставить пострадавшего в клинику не удалось, жгут надо ослабить или снять на 10—15 мин, а потом наложить его снова выше или ниже прежнего места.

**Лечение раны.** После свертывания крови образуется *струп*, коричневая корочка, которая защищает раневую поверхность. Под струпом постепенно образуется зернистая соединительная ткань. Она вся *пронизана кровеносными сосудами и очень ранима.* При перевязках надо стараться не повредить струп, так как в противном случае возобновится кровотечение. Остановить его можно пероксидом водорода. Прилипший бинт следует по возможности размочить пероксидом водорода или раствором перманганата калия и снимать послойно.

Для того чтобы не началось воспаление, при повторной повязке к ране надо приложить мазь, содержащую антибиотики, или примочку из риванола. Их наносят на марлевую салфетку и прикладывают к ране. Сверху кладут слой ваты и забинтовывают.

Держать долго рану под повязкой не рекомендуется, так как она начнет мокнуть. Если образовалась сухая корочка, повязку лучше не накладывать. Важно, чтобы к заживающей ране был доступ воздуха.

**Носовые кровотечения.** Причинами носовых кровотечений могут быть травмы головы, гипертония, перегрев тела. При носовых кровотечениях кровь может попасть и в ротовую полость. Это вызывает кашель, иногда рвоту.

Прежде всего, надо учесть, что резкие движения (кашель, чихание, попытки высморкаться и т. п.) усиливают кровотечение. Чтобы его уменьшить, можно положить на область переносицы полиэтиленовый мешочек со льдом, холодной водой. Можно вложить в носовые ходы вату, пропитанную пероксидом водорода. Голова должна быть направлена вперед. Запрокидывать ее назад не рекомендуется, так как кровь будет стекать по стенке глотки и может вызвать рвоту.

При продолжительных кровотечениях остановить кровь можно, прижав обе ноздри к носовой перегородке. Голову пострадавшего наклоняют вперед и возможно выше сжимают нос.

Удерживать его в этом состоянии приходится 3—5 мин, иногда дольше. В это время пострадавший дышит ртом. Если кровотечение не остановлено, надо вызвать врача.

**Внутреннее и внешнее кровотечения, гематома (синяк), капиллярное, венозное, артериальное кровотечения, антисептик, жгут, закрутка, струп, зернистая соединительная ткань.**

?

1. Какие кровотечения относят к внутренним, а какие — к внешним?
2. Что такое гематома?
3. Как различить артериальное, венозное и капиллярное кровотечения?
4. Что следует делать при капиллярном кровотечении?
5. Как и в каких случаях можно применять жгут или закрутку при артериальном кровотечении.
6. В каком порядке надо оказывать первую помощь при открытом переломе с артериальным кровотечением в области предплечья?
7. Какими приемами можно уменьшить и остановить носовое кровотечение?

!

1. Рассмотрите рисунок 58 и назовите приемы остановки кровотечения.
2. Используя инструкцию, данную в § 25, наложите на плечо вашего соседа по парте закрутку.
3. Приготовьте из бинта марлевую салфетку, нанесите на нее риванол (условно).

## *Основные положения главы 6*

Транспортную функцию в организме выполняют замкнутая кровеносная система и незамкнутая лимфатическая система. Они доставляют клеткам питательные вещества, кислород и уносят от клеток и тканей продукты их жизнедеятельности. Через эти системы осуществляется гуморальная связь между органами и иммунная защита организма от чужеродных веществ, антигенов.

Постоянное движение крови и лимфы обеспечивает баланс веществ, приносимых и используемых, выделяемых тканями и уносимых кровью и лимфой. Благодаря этому обеспечива-

ется постоянство внутренней среды организма. Контролируется этот процесс рецепторами, определяющими верхнюю и нижнюю границы нормы содержания в крови различных веществ.

Кровь движется благодаря сокращениям четырехкамерного сердца. Сердце последовательно перекачивает кровь по большому и малому кругу кровообращения. Большой круг начинается в левом желудочке, заканчивается в правом предсердии. Малый (легочный) круг начинается в правом желудочке и заканчивается в левом предсердии. В артериях малого круга течет венозная кровь, в венах — артериальная.

Мышцы сердца обладают автоматизмом. Благодаря ему сохраняется последовательность сердечного цикла: сокращение предсердий, затем желудочков, потом — пауза.

Тренированное сердце, в отличие от нетренированного, способно увеличивать кровоток за счет ударного объема крови.

Нервная и гуморальная регуляция сердца приспосабливает его работу к нуждам организма. Работающие в данный момент органы получают лучшее кровоснабжение, чем неработающие.

Сердечно-сосудистая система укрепляется и развивается при тренировках. При гиподинамии состояние ее ухудшается, работоспособность и устойчивость к неблагоприятным факторам снижается. Табак, алкоголь и другие вредные вещества отрицательно влияют на сердце и сосуды, способствуют развитию различных заболеваний: стенокардии, гипертонической болезни.

При травмах следует остерегаться артериальных кровотечений. В случае, если поражены конечности, кровотечения останавливают наложением жгута или закрутки.

Глава 7

# Дыхание



## Из этой главы вы узнаете

*о строении и функциях органов дыхания, голосообразовании, о способах укрепления дыхательных мышц и повышении жизненной емкости легких, о предупреждении заболеваний органов дыхательной системы, о мерах первой помощи при утоплении, завалах землей, электротравмах, о клинической и биологической смерти и способах реанимации: искусственном дыхании и непрямом массаже сердца*

## Вы научитесь

*определять состояние миндалин и аденоидов, измерять обхват грудной клетки, проводить дыхательные функциональные пробы, оказывать доврачебную помощь при нарушении дыхания*

## § 26. Значение дыхания. Органы дыхательной системы; дыхательные пути, голосообразование. Заболевания дыхательных путей

**1. Почему без биологического окисления органических веществ жизнедеятельность клеток невозможна?**
**2. Как распределяется функция дыхания между дыхательной и кровеносной системами?**
**3. Каковы функции носовой полости, гортани, трахеи и главных бронхов?**
**4. Как происходит голосообразование и формируются звуки речи?**
**5. Что такое гайморит, фронтит, тонзиллит?**

**Значение дыхания.** Человек может обойтись без пищи несколько недель, без воды — несколько суток, без воздуха — всего несколько минут. Питательные вещества в организме запасаются, как и вода, запас же свежего воздуха ограничен объемом легких. Вот почему необходимо непрерывное его обновление. Благодаря вентиляции легких в них поддерживается более или менее постоянный газовый состав, который необходим для поступления в кровь кислорода и удаления из крови углекислого газа, других газообразных продуктов распада, а также паров воды.

Из предыдущих глав мы знаем, что происходит с тканями, когда к ним поступает недостаточное количество кислорода: функция ткани нарушается, потому что прекращается распад и окисление органических веществ, энергия перестает выделяться, и клетки, лишенные энергетического обеспечения, погибают.

*Дыханием* называют обмен газов между клетками и окружающей средой. У человека газообмен состоит из четырех этапов: 1) обмен газов между воздушной средой и легкими; 2) обмен газов между легкими и кровью; 3) транспортировка газов кровью; 4) газообмен в тканях.

Система органов дыхания выполняет лишь первую часть газообмена. Остальное выполняет система органов кровообраще-

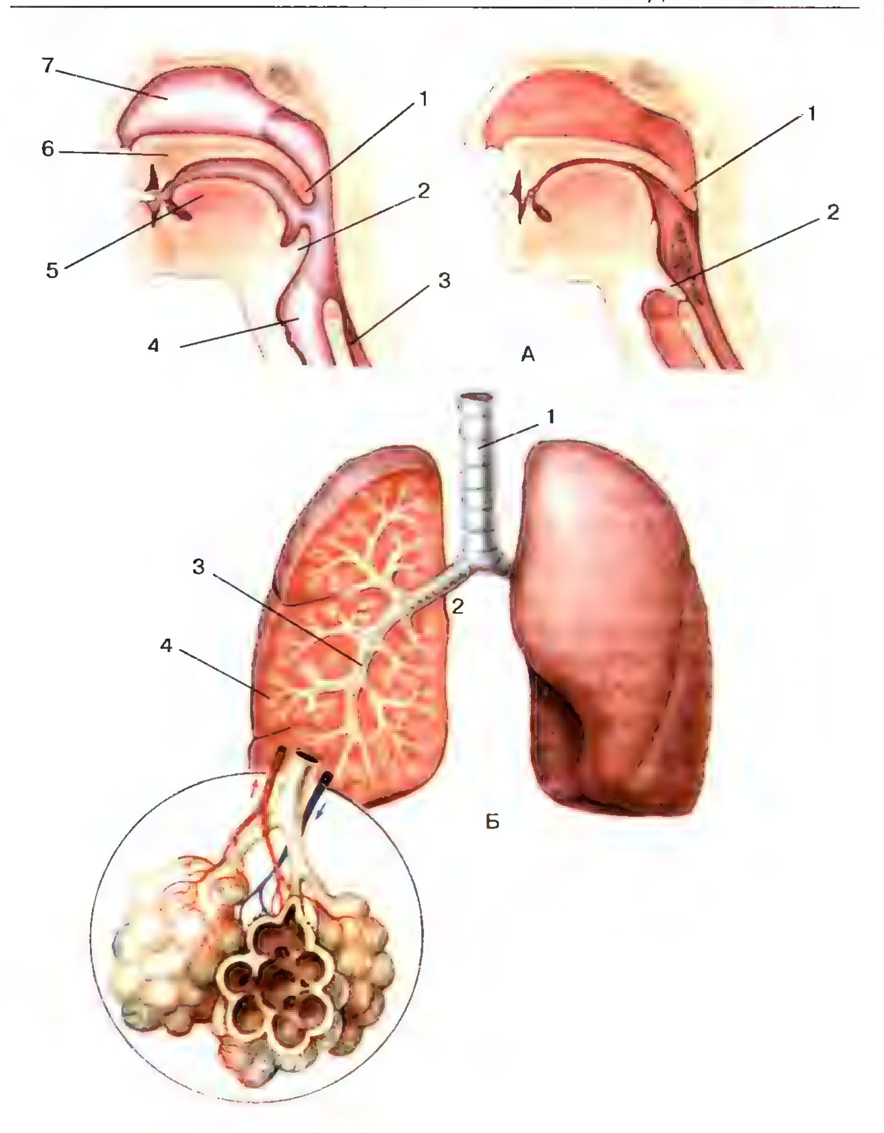



**Рис. 59.** *Органы дыхания человека:*
А — *верхние дыхательные пути (слева — при дыхании, справа — при глотании):* 1 — *язычок;* 2 — *надгортанник;* 3 — *пищевод;* 4 — *гортань;* 5 — *язык;* 6 — *верхнее нёбо;* 7 — *носовая полость;*
Б — *нижние дыхательные пути:* 1 — *трахея;* 2 — *главные бронхи;* 3 — *бронхиальное дерево;* 4 — *альвеолы (снизу слева — альвеолы в увеличенном виде)*

ния. Между дыхательной и кровеносной системами существует глубокая взаимосвязь. Различают *легочное дыхание*, обеспечивающее газообмен между воздухом и кровью, и *тканевое дыхание*, осуществляющее газообмен между кровью и клетками тканей.

Кроме обеспечения газообмена, органы дыхания выполняют еще две важные функции: участвуют в *теплорегуляции* и *голосообразовании*. При дыхании с поверхности легких испаряется вода, что ведет к охлаждению крови и всего организма. Кроме того, легкие создают воздушные потоки, приводящие в колебание голосовые связки гортани.

**Строение и функция органов дыхания у человека** (рис. 59). Органы, которые подводят воздух к альвеолам легких, называются *дыхательными путями*. Верхние дыхательные пути: *носовая* и *ротовая полости*, *носоглотка*, *глотка*. Нижние дыхательные пути: *гортань*, *трахея*, *бронхи*.

Бронхи многократно ветвятся, образуя бронхиальное дерево. По ним воздух достигает альвеол, где и происходит газообмен. Каждое из легких занимает герметически замкнутую часть грудной полости. Между ними расположено сердце. Легкие покрыты оболочкой, которая называется *легочной плеврой*.

**Носовая полость** состоит из нескольких извилистых ходов, разделенных сплошной перегородкой на левую и правую части (рис. 60). Внутренняя поверхность носовой полости выстлана мерцательным эпителием. Он выделяет слизь, увлажняющую поступающий воздух и задерживающую пыль. Слизь содержит вещества, губительно действующие на микроорганизмы. Реснички мерцательного эпителия изгоняют слизь из носовой полости.

В стенках носовой полости проходит густая сеть *кровеносных сосудов*. Горячая артериальная кровь движется в них навстречу вдыхаемому холодному воздуху и согревает его.

На верхней стенке носовой полости много *фагоцитов* и *лимфоцитов*, а также *антител* (см. § 18).

В задней части носовой полости находятся *обонятельные клетки*, воспринимающие запахи. Появление резкого запаха ведет к рефлекторной задержке дыхания.

Таким образом, верхние дыхательные пути выполняют важные функции: согревания, увлажнения и очищения воздуха, а также защиты организма от вредных воздействий через воздух.

Из носовой полости воздух попадает в носоглотку, а затем в глотку, с которой сообщается и ротовая полость. Поэтому

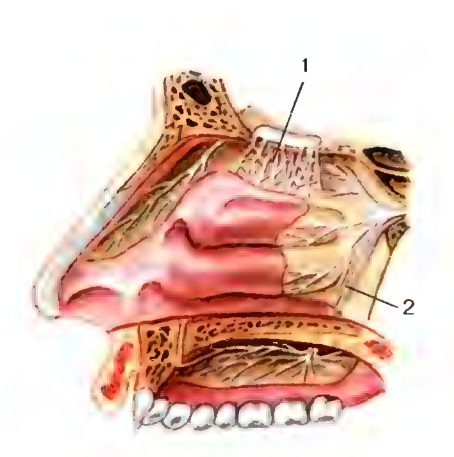



Рис. 60. *Носовая полость*:
1 — *обонятельные нервы*;
2 — *кровеносные сосуды*

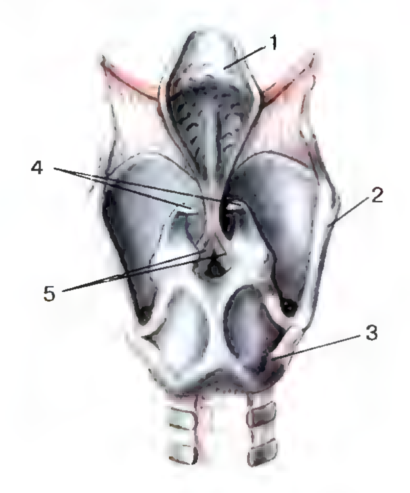



Рис. 61. *Гортань* (*вид с задней стороны*):
1 — *надгортанник*; 2 — *щитовидный хрящ*; 3 — *перстневидный хрящ*; 4 — *черпаловидные хрящи*; 5 — *голосовые связки*

человек может дышать и носом и ртом. При дыхании носом воздух в носовой полости прогревается, очищается от пыли и частично обеззараживается, чего не происходит при дыхании ртом. Но через рот дышать легче, и потому уставшие люди инстинктивно дышат через рот.

Из глотки воздух попадает в гортань.

**Гортань — орган голосообразования**. Вход в трахею начинается через *гортань* (рис. 61). Она представляет собой широкую трубку, суженную посередине и напоминающую песочные часы. Гортань состоит из хрящей. Спереди и с боков ее прикрывает *щитовидный хрящ*. У мужчин он несколько выступает вперед, образуя *кадык*.

В узкой части гортани находятся *голосовые связки*. Их две пары, но в голосообразовании участвует лишь одна, нижняя пара. Связки могут сближаться и натягиваться, то есть изменять форму щели, которая образуется между ними. Когда человек спокойно дышит, связки разведены. При глубоком дыхании они разводятся еще дальше, при пении и речи они смыкаются, остается лишь узкая щель, края которой вибрируют. Они-то и являются источником звуковых колебаний, от

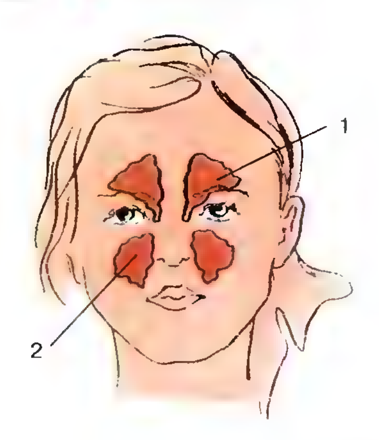



Рис. 62. *Околоносовые пазухи: 1 — лобные пазухи; 2 — верхнечелюстные пазухи*



Рис. 63. *Разросшиеся глоточные миндалины — аденоиды*

которых зависит высота голоса. У мужчин связки длиннее и толще, их звуковые колебания ниже по частоте, поэтому и мужской голос более низкий. У детей и женщин связки тоньше и короче, а потому их голос более высокий.

Звуки, образующиеся в гортани, усиливаются резонаторами — околоносовыми пазухами — полостями, находящимися в лицевых костях, заполненных воздухом (рис. 62). Под влиянием воздушной струи стенки этих полостей немного вибрируют, вследствие чего звук усиливается и приобретает дополнительные оттенки. Они определяют тембр голоса.

Звуки, издаваемые голосовыми связками, еще не речь. Членораздельные звуки речи формируются в ротовой и носовой полостях в зависимости от положения языка, губ, челюстей и распределения звуковых потоков. Работа перечисленных органов при произнесении членораздельных звуков называется *артикуляцией*.

Правильная артикуляция формируется особенно легко в возрасте от года до 5 лет, когда ребенок овладевает родным языком. При общении с маленькими детьми не надо шепелявить, копировать их неправильное произношение, так как это ведет к закреплению ошибок и нарушению речевого развития.

**Трахея и главные бронхи.** Из гортани воздух попадает в *трахею*. Это довольно широкая трубка, которая состоит из

хрящевых *полуколец* с мягкой стороной, обращенной к пищеводу, который примыкает к трахее сзади (см. рис. 59, А).

Внутренняя стенка трахеи покрыта мерцательным эпителием. Колебания его ресничек выводят пылевые частицы из легких в глотку. Это называется процессом самоочищения легких. Внизу трахея ветвится на два главных бронха — правый и левый. Бронхи имеют *хрящевые кольца*, которые защищают их от спадения во время вдоха. У мелких бронхов вместо колец остаются небольшие хрящевые пластинки, а в мельчайших бронхах — бронхиолах отсутствуют и они.

**Инфекционные и хронические заболевания дыхательных путей. Околоносовые пазухи.** Некоторые кости черепа имеют воздушные полости — *пазухи*. В лобной кости есть фронтальная пазуха, в верхнечелюстной — гайморова пазуха (рис. 62).

Грипп, ангина, ОРЗ (острое респираторное заболевание) могут вызвать воспаление слизистой оболочки околоносовых пазух. Чаще страдают гайморовы пазухи. Их воспаление — *гайморит*. Нередко бывает и воспаление лобной пазухи — *фронтит*. При гайморите и фронтите наблюдается нарушение носового дыхания, выделение из полости носа слизи, нередко гнойной. Иногда повышается температура. Работоспособность человека снижается. Необходимо лечение у *оториноларинголога* — специалиста, занимающегося лечением людей с заболеваниями уха, горла и носа.

**Миндалины.** Из носовой полости воздух попадает в *носоглотку*, потом в *глотку* и *гортань*. За *мягким нёбом*, а также у входа в пищевод и гортань находятся *миндалины*. Они состоят из лимфоидной ткани, подобной той, которая находится в лимфатических узлах. Миндалины содержат множество лимфоцитов и фагоцитов, задерживающих и уничтожающих микробов, но при этом иногда они сами воспаляются, становятся отечными и болезненными. Возникает хроническое заболевание — тонзиллит.

**Аденоиды** — опухолевидное разрастание лимфоидной ткани у выхода из носовой полости в носоглотку. Иногда (рис. 63) увеличенные аденоиды перекрывают проход воздуха и носовое дыхание затрудняется.

Тонзиллит и разросшиеся аденоиды необходимо своевременно лечить: оперативно или консервативно (т. е. без операции).

**Дифтерия** — инфекционное заболевание, распространяющееся воздушно-капельным путем. Чаще дифтерия поражает







**Рис. 64.** *Миндалины:*
А — *здорового ребенка*; Б — *больного дифтерией*

детей, но болеют ею и взрослые. Начинается она как обычная ангина. Повышается температура тела, на миндалинах появляются серовато-белые налеты. Шея опухает из-за воспаления лимфатических желез (рис. 64, Б).

Возбудитель дифтерии — *дифтерийная палочка*. Продуктом ее жизнедеятельности является ядовитое вещество — *дифтерийный токсин*, который поражает проводящую систему сердца и сердечную мышцу. Возникает тяжелое и опасное заболевание сердца — миокардит.

Для профилактики дифтерии здоровым людям вводят противодифтерийную вакцину. Она создает активный искусственный иммунитет, который может сохраняться несколько лет.

---

**Носовая полость, носоглотка, глотка, гортань, трахея, главные бронхи; легкие, легочная плевра, бронхиальное дерево, альвеолы; голосовые связки, околоносовые пазухи, миндалины, артикуляция, тембр. Заболевания аденоидов, гайморит, фронтит, тонзиллит; врач оториноларинголог; инфекционное заболевание — дифтерия.**

---

?

1. Что такое легочное дыхание и тканевое дыхание?
2. Каковы преимущества носового дыхания перед дыханием через рот?

**3.** Как действуют защитные барьеры, преграждающие вход инфекции в легкие?
**4.** Где находятся рецепторы, воспринимающие запахи?
**5.** Что относится к верхним и что к нижним дыхательным путям человека?
**6.** Как проявляются гайморит и фронтит? От каких слов происходят названия этих болезней?
**7.** Какие признаки позволяют заподозрить разрастание аденоидов у ребенка?
**8.** Каковы симптомы дифтерии? Чем она опасна для организма?
**9.** Что вводят в организм при лечении антидифтерийной сывороткой, а что — при вакцинации против этой болезни?

**1.** Для того чтобы проверить проходимость носовых ходов у маленьких детей, нередко используют такой прием: закрывают одну ноздрю, а ко второй подносят полоску тонкой бумаги шириной 0,5 см и длиной 10 см. В случае проходимости носовых ходов она будет отклоняться от ноздри при выдохе и прижиматься к ней при вдохе. Попытайтесь проверить этот прием на себе.
Ответьте на вопросы:
Для чего при проверке одной ноздри надо закрывать вторую?
Какие заболевания можно выявить этим приемом?
**2.** На рисунке 65 изображены голосовые связки трех людей. Определите по голосовым связкам, кто из них глубоко дышит после бега, кто спокойно стоит, кто поет.
**3.** Тембр и сила голоса во многом зависят от резонаторов. Убедимся в этом, проделав следующий шуточный опыт. Надуйте щеки и щелкните по щеке — раздастся довольно громкий звук. Теперь повторите опыт, не надувая щек. Почему звук слышен хуже?





**Рис. 65.** *Голосовые связки людей в зависимости от их состояния*

4. Произнесите слоги ЛЕ, ЛИ, НИ так, чтобы ощущалась вибрация скуловых костей. После этого зажмите нос и произнесите те же слоги. Чем можно объяснить различия в звучании?

## § 27. Легкие. Легочное и тканевое дыхание

**1. Как располагаются легкие в грудной полости?**
**2. Каково их строение?**
**3. Как происходит легочный газообмен?**
**4. Что происходит в тканях?**

**Легкие** занимают все свободное пространство грудной полости. Расширенная часть легких прилегает к диафрагме. Главные бронхи, легочные артерии и вены входят в легкие с внутренней стороны, граничащей с сердцем. Место их входа называют *«воротами легких»*.

Каждое легкое одето оболочкой — *легочной плеврой*. Плевра также выстилает грудную полость с внутренней стороны. Это *пристеночная плевра*. Между легочной и пристеночной плеврой — узкая щель. Она называется *плевральной полостью* и заполнена тончайшим слоем жидкости, которая облегчает скольжение легочной стенки во время вдоха и выдоха.

**Газообмен легких.** Обмен газов в легких происходит благодаря *диффузии*. Кровь, поступившая от сердца в капилляры, оплетающие легочные альвеолы, содержит много углекислого газа. В воздухе легочных альвеол его мало, поэтому он покидает кровеносные сосуды и переходит в альвеолы. Кислород поступает в кровь тоже благодаря диффузии. В крови свободного кислорода мало, потому что его непрерывно связывает находящийся в эритроцитах гемоглобин, превращаясь в оксигемоглобин: $Hb + 4O_2 = HbO_8$. Ставшая артериальной кровь покидает альвеолы и по легочной вене направляется к сердцу. Но чтобы этот газообмен мог идти непрерывно, необходимо, чтобы состав газов в легочных альвеолах был постоянным. Это постоянство и поддерживается легочным дыханием: избыток углекислого газа выводится наружу, а поглощенный кровью

кислород возмещается кислородом из свежей порции наружного воздуха.

**Тканевое дыхание** происходит в капиллярах большого круга кровообращения, где кровь отдает кислород и получает углекислый газ (см. рис. 51). В тканях мало кислорода, и поэтому происходит распад оксигемоглобина на гемоглобин и кислород. Кислород переходит в тканевую жидкость и там используется клетками для биологического окисления органических веществ. Выделяющаяся при этом энергия используется для процессов жизнедеятельности клеток и тканей. Углекислого газа в тканях скапливается много. Он поступает в тканевую жидкость, а из нее в кровь. Здесь углекислый газ частично захватывается гемоглобином, а частично растворяется или химически связывается солями плазмы крови. Венозная кровь уносит его в правое предсердие, оттуда он поступает в правый желудочек, который по легочной артерии выталкивает венозную кровь в легкие — круг замыкается. В легких кровь снова делается артериальной и, вернувшись в левое предсердие, попадает в левый желудочек, а из него в большой круг кровообращения.

Чем больше расходуется кислорода в тканях, тем больше требуется кислорода из воздуха для компенсации затрат. Вот почему при физической работе одновременно усиливается и сердечная деятельность, и легочное дыхание.

**«Ворота легких», легочная плевра, пристеночная плевра, плевральная полость, диффузия.**



**1.** Где находятся легкие? Каково их строение?
**2.** Почему каждое легкое находится в герметически замкнутом пространстве?
**3.** Легочная плевра обладает эластичностью: она непрерывно растягивается и сжимается. За счет какой ткани это возможно?
**4.** Что общего и в чем различие газообмена в легких и тканях?

**!** Проследите путь эритроцита от капилляров стенки легочной альвеолы до капилляров мышц руки и его обратный путь (см. рис. 51). Отметьте, по каким сосудам он движется в малом круге и по каким в большом.

# § 28. Механизмы вдоха и выдоха. Регуляция дыхания. Охрана воздушной среды

**1. Как поддерживается газообмен в легких?**
**2. За счет чего происходит вдох и выдох?**
**3. Как работает дыхательный центр?**
**4. Что происходит во время кашля и чихания?**
**5. Как осуществляется гуморальная регуляция дыхания?**
**6. В чем вред курения?**
**7. Важно ли знать, чем мы дышим?**

Поскольку углекислый газ непрерывно поступает из крови в альвеолярный воздух, а кислород поглощается кровью и расходуется, для поддержания газового состава альвеол необходима вентиляция альвеолярного воздуха. Она достигается благодаря дыхательным движениям: чередованию вдоха и выдоха. Сами легкие не могут нагнетать или изгонять воздух из своих альвеол. Они лишь пассивно следуют за изменением объема грудной полости. Поскольку давление в плевральной полости, щелевидном пространстве между легкими и стенками грудной полости меньше, чем давление воздуха в легких, легкие всегда прижаты к стенкам грудной полости и точно следуют за изменением ее конфигурации. При вдохе и выдохе легочная плевра скользит по пристеночной плевре, повторяя ее форму.

Вдох заключается в том, что диафрагма опускается вниз, отодвигая органы брюшной полости, а межреберные мышцы поднимают грудную клетку вверх, вперед и в стороны. Объем грудной полости увеличивается, и легкие следуют за этим увеличением, поскольку содержащиеся в легких газы прижимают их к пристеночной плевре. Вследствие этого давление внутри легочных альвеол падает и наружный воздух поступает в альвеолы.

Выдох начинается с того, что межреберные мышцы расслабляются. Под действием силы тяжести грудная стенка опускается вниз, а диафрагма поднимается вверх, поскольку растянутая стенка живота давит на внутренние органы брюшной полости, а они — на диафрагму. Объем грудной полости уменьшается, легкие сдавливаются, давление воздуха в альвеолах становится выше атмосферного, и часть его выходит наружу.

Все это происходит при спокойном дыхании. При глубоком вдохе и выдохе включаются дополнительные мышцы.

**Нервная регуляция дыхания.** Дыхательный центр расположен в продолговатом мозге. Он состоит из центров вдоха и выдоха, которые регулируют работу дыхательных мышц. Спадение легочных альвеол, которое происходит при выдохе, рефлекторно вызывает вдох, а расширение альвеол рефлекторно вызывает выдох.

При задержке дыхания мышцы вдоха и выдоха сокращаются одновременно, благодаря чему грудная клетка и диафрагма удерживаются в одном положении.

На работу дыхательных центров оказывают влияние и другие центры, в том числе расположенные в коре больших полушарий. Благодаря их влиянию дыхание изменяется при разговоре и пении. Возможно также сознательно изменять ритм дыхания во время физических упражнений.

**Чихание и кашель.** Раздражение слизистой носа пылью или неприятно пахнущим веществом вызывает кратковременную остановку дыхания и смыкание голосовой щели. Затем начинается интенсивный (форсированный) выдох. Давление воздуха нарастает, и наступает момент, когда он с силой прорывается через сомкнутые голосовые связки. Струя воздуха направляется наружу, и возникает характерный звук чихания. Вместе с воздухом и слизью выделяются наружу и раздражители слизистой оболочки.

При кашле происходит то же самое, что и при чихании, только основной поток воздуха выходит через рот. Причиной кашля может быть раздражение слизистой оболочки легких, бронхов, трахеи, гортани, а также плевры. Таким образом, чихание и кашель имеют защитный характер.

Интенсивность дыхания меняется не только при физической нагрузке, но и при эмоциональном состоянии человека.

**Гуморальная регуляция дыхания.** При мышечной работе усиливаются процессы окисления. Следовательно, в кровь выделяется больше углекислого газа. Когда кровь с избытком углекислого газа доходит до дыхательного центра и начинает его раздражать, активность центра повышается. Человек начинает глубоко дышать. В итоге избыток углекислого газа удаляется, а недостаток кислорода восполняется. Если концентрация углекислого газа в крови понижается, работа дыхательного центра тормозится и наступает непроизвольная задержка

дыхания. Благодаря нервной и гуморальной регуляциям в любых условиях концентрация углекислого газа и кислорода в крови поддерживается на определенном уровне.

**Действие никотина на органы дыхания.** Наркогенные вещества, к которым принадлежит и никотин, содержащийся в табаке, включаются в обмен веществ и вмешиваются в нервную и гуморальную регуляции, нарушая и ту и другую. Кроме того, вещества табачного дыма раздражают слизистую оболочку дыхательных путей, что ведет к увеличению выделяемой ею слизи. Поэтому у курящих людей бывает кашель: легкие защищаются от вредного воздействия курения.

Курение отражается и на голосообразовании. Под влиянием дыма и смены температуры голосовые связки опухают, голос делается хриплым.

Многие начинающие курильщики считают, что при курении без затяжки табачный дым не опасен, поскольку газы всасываются лишь в альвеолах легких. На самом деле это не так. Ряд веществ, в том числе и никотин, всасывается уже в ротовой полости. Способен он всасываться и в носовой полости, если дым выпускают через нос. Кроме того, никотин и многие другие компоненты табака хорошо растворяются в слюне и всасываются в кишечнике.

**Воздушная среда и ее охрана.** Атмосферный воздух содержит кислорода 21%, азота 78%, углекислого газа 0,03%, прочих газов около 1%. В выдыхаемом воздухе содержание кислорода снижается до 16,3%, содержание углекислого газа возрастает (примерно до 3—4%).

Даже в очень душной комнате содержание кислорода снижается незначительно, но концентрация углекислого газа растет быстро. При этом неблагоприятно действует на организм не только он, но и табачный дым, и водочный перегар, и другие вредные вещества. Поэтому пребывание в душном помещении ведет к головной боли, вялости, снижению работоспособности.

Там, где используют печное отопление, в воздухе может оказаться примесь окиси углерода (CO) — угарного газа, который чрезвычайно ядовит. Он легко образует с гемоглобином крови прочное соединение — карбоксигемоглобин. Захватившие угарный газ молекулы гемоглобина надолго лишаются возможности переносить кислород из легких в ткани. Возникает недостаток кислорода в крови и тканях, что отражается на работе головного мозга и других органов.

Отравление угарным газом проявляется головной болью и тошнотой. Могут возникнуть рвота, судороги, потеря сознания, а при сильном отравлении — смерть от прекращения тканевого дыхания.

При оказании первой помощи пострадавшего надо поскорее вынести на свежий воздух и заставить дышать глубже, можно дать ему понюхать нашатырный спирт, затем напоить крепким горячим чаем. В случае потери сознания и прекращения дыхания необходимо применить искусственное дыхание.

Во многих населенных пунктах для приготовления пищи применяют газовые плиты. Отравление бытовым газом во многом сходно с отравлением угарным газом. Меры первой помощи такие же.

Если в помещении обнаружен запах газа, надо немедленно распахнуть все окна и двери, постараться обнаружить источник утечки газа и его перекрыть, выйти в безопасное место. Газовая смесь взрывоопасна, поэтому нельзя в помещении зажигать огонь и включать свет.

**Борьба с пылью.** Содержащаяся в воздухе пыль опасна тем, что может механически травмировать стенки легочных пузырьков и воздухоносных путей, затруднять газообмен, вызывать аллергию. Кроме того, на пылинках оседают микробы и вирусы, которые могут стать причиной инфекционных заболеваний. Пыль, содержащая частички свинца, хрома, может вызвать химические отравления.

Вредна пыль не только фабрично-заводская, но и бытовая, и сельскохозяйственная. Для защиты от пыли во время работы можно применять респираторы. Кусок марли складывают в 4 слоя в виде прямоугольника $25\times15$ см$^2$. К краям пришивают тесемки. Верхние тесемки завязывают над ушными раковинами, нижние — на шее. Во время дыхания пылевые частицы задерживаются марлей. По мере загрязнения респиратор надо менять.

В быту стоит отдавать предпочтение влажным способам уборки.

**Источники загрязнения атмосферного воздуха.** Основные источники загрязнения воздуха — выхлопы автотранспорта, промышленные выбросы вредных газов, золы, дыма, а также использование ядохимикатов и минеральных удобрений в сельском хозяйстве, деятельность животноводческих ферм.

В городах, где мало растений, но много промышленных предприятий, нередко образуется *смог* — это смесь дыма, ту-

мана и пыли, продуктов сухой перегонки топлива и сажи. В сухие дни смог имеет вид плотного желтого тумана, в пасмурные дни он содержит еще и капельки жидкости.

**Легочная и пристеночная плевра, плевральная полость, диафрагма, межреберные мышцы, дыхательный центр; продолговатый мозг, рефлекторная и гуморальная регуляция, наркогенные вещества, никотин, карбоксигемоглобин, респиратор, смог.**

?

**1.** Почему вентиляция легких возможна только при условии, когда полости, в которых находятся легкие, герметически замкнуты, в плевральной полости поддерживается давление ниже атмосферного?
**2.** Почему при ранении, когда рана достигает плевральной полости, воздух со свистом врывается внутрь, легкое спадается и функционировать не может?
**3.** Почему неповрежденное легкое может работать несмотря на то, что второе легкое выведено из строя?
**4.** Где находится дыхательный центр?
**5.** Почему вдох сменяет выдох?
**6.** Какова роль кашля и чихания?
**7.** Как изменяется воздух в помещении при большом скоплении людей и плохой вентиляции?
**8.** Какие меры первой помощи необходимо осуществить при отравлении угарным или бытовым газом?
**9.** При поражении угарным газом в крови образуется карбоксигемоглобин. Каковы его свойства и почему угарный газ так опасен?
**10.** В чем вредное действие пыли?
**11.** Каковы источники загрязнения атмосферного воздуха?

!

**1.** Назовите факты, свидетельствующие о том, что в регуляции дыхания участвует кора больших полушарий.
**2.** Сделайте ряд глубоких и частых вдохов и выдохов. Почему после них происходит непроизвольная задержка дыхания?
**3.** При сквозном ранении грудной полости рекомендуется восстановить ее герметичность, закрыв рану полиэтиленовой пленкой, клеенкой или другим материалом, не пропускающим воздух, а затем крепко прибинтовать этот тампон к туловищу. Объясните, почему такую процедуру надо осуществлять в состоянии выдоха.

# § 29. Функциональные возможности дыхательной системы как показатель здоровья. Болезни и травмы органов дыхания: профилактика, первая помощь. Приемы реанимации

**1. Как определяют состояние органов дыхания?**
**2. О чем говорит жизненная емкость легких?**
**3. Как можно обнаружить туберкулез и рак легких на ранней стадии болезни?**
**4. Что надо делать, если у пострадавшего нарушено дыхание?**

**Измерение обхвата грудной клетки.** При вдохе и выдохе поднимается и опускается грудная клетка, а следовательно, меняется и ее обхват. В состоянии вдоха он больше, в состоянии выдоха меньше. Изменение обхвата грудной клетки при вдохе и выдохе называется экскурсией грудной клетки. Чем она больше, тем больше может быть увеличена грудная полость, а легкие набрать больше воздуха. Более того, при спортивных тренировках объем грудной полости увеличивается, а следовательно, увеличивается и экскурсия грудной клетки. Ее нетрудно измерить самому. Делать это удобно вдвоем. Сначала измерения проводят на вдохе, потом на выдохе. Для этого нужна мерная лента, которой пользуются портные.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

***Измерение обхвата грудной клетки в состоянии вдоха и выдоха***

*Ход работы*

Испытуемому предлагают приподнять руки и накладывают измерительную ленту так, чтобы на спине она касалась углов лопаток, а на груди проходила по нижнему краю сосковых кружков у мужчин и над молочными железами у женщин. Во время измерения руки должны быть опущены.

***Измерение на вдохе.*** Испытуемому предлагают глубоко вдохнуть. Мышцы напрягать нельзя, плечи не поднимать.

***Измерение на выдохе.*** Испытуемому предлагают сделать глубокий выдох. Плечи не опускать, не сутулиться.

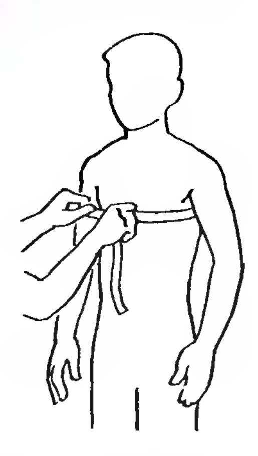


**Рис. 66.** *Измерение обхвата грудной клетки*

В норме разница обхвата грудной клетки в состоянии глубокого вдоха и в состоянии глубокого выдоха у взрослых равна 6—9 см.

**Жизненная емкость легких** — важный показатель дыхания. Если человек сделает самый глубокий вдох, а затем максимально выдохнет, то объем выдохнутого воздуха и составит *жизненную емкость легких*. Но и после этого выдоха в легких останется еще какое-то количество воздуха. Это *остаточный воздух*, его объем примерно **1000—1200** см$^3$.

Жизненная емкость легких зависит от возраста, пола, роста, а также от степени тренированности человека.

Для измерения жизненной емкости легких используют *спирометр* (рис. 67).

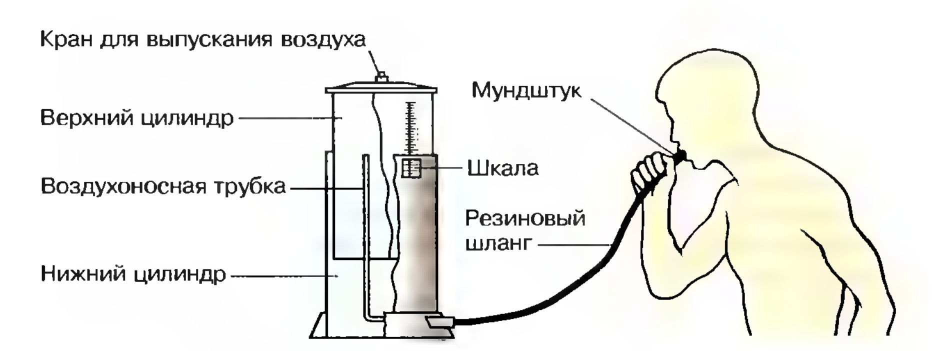



**Рис. 67.** *Измерение жизненной емкости легких спирометром*

Для человека важны не только жизненная емкость легких, но и выносливость дыхательной мускулатуры. Она считается хорошей, если при пяти пробах, проведенных подряд, результаты не снижаются.

В чем преимущества людей, имеющих высокую жизненную емкость легких? При тяжелой физической работе, например при беге, вентиляция легких достигается за счет большой глубины дыхания. Человеку, у которого жизненная емкость легких небольшая да еще и дыхательные мышцы слабы, приходится дышать часто и поверхностно. Это приводит к тому, что свежий воздух остается преимущественно в воздухоносных путях и лишь небольшая часть его доходит до альвеол.

**Болезни дыхательной системы.** Наряду с кратковременно протекающими болезнями, например гриппом, ангиной, существуют хронические заболевания дыхательной системы. Наиболее грозными являются туберкулез и рак легкого. Они начинаются незаметно, и несколько месяцев или даже лет человек о них может и не подозревать. Между тем лечение наиболее успешно в начальной стадии болезни.

*Флюорография* — это исследование грудной клетки путем фотографирования изображения со светящегося рентгеновского экрана, за которым находится обследуемый. Отснятые пленки исследуют специалисты. Если они обнаруживают отклонения от нормы, больного приглашают в соответствующее учреждение для более детального обследования.

**Туберкулез и рак легких.** Возбудитель туберкулеза — *палочка Коха*. Она может попасть в организм через дыхательные пути, а также вместе с пищей, например с непрокипяченным молоком, полученным от больной туберкулезом коровы. В неблагоприятных для человека условиях болезнетворные микробы активизируются. Они проникают в легкие (чаще) или другие органы и там размножаются, что ведет к заболеванию.

Флюорография позволяет вовремя выявить и *рак легкого*. Это заболевание наиболее часто встречается у курящих людей. Болезнь начинается с того, что эпителиальная ткань некоторых бронхов перерождается и начинает разрастаться. Опухоль оказывает угнетающее влияние на жизнедеятельность организма, ведет к его крайнему истощению, а затем к смерти.

Флюорографию должен проходить каждый человек хотя бы раз в два года. Лицам, работа которых связана с людьми, а также учащимся флюорографию необходимо проходить ежегодно.

А Б

**Рис. 68.** *Первая помощь тонувшему:*
*удаление воды из желудка и дыхательных путей:* А — *путем сдавливания живота и грудной клетки пострадавшего, уложенного на колено;* Б — *путем встряхивания*

**Первая помощь утопающему.** После того как утопавшего извлекли из воды, прежде всего надо освободить его дыхательные пути от воды. С этой целью пострадавшего кладут животом на колено, как показано на рисунке 68, А, и резкими движениями сдавливают живот и грудную клетку или резко встряхивают пострадавшего (рис. 68, Б). После удаления воды при необходимости применяют искусственное дыхание.

**Помощь при удушении и заваливании землей.** Удушение может произойти при сдавливании горла, при западении языка. Последнее часто случается при обмороках, когда человек внезапно теряет сознание. Поэтому прежде всего надо прислушаться к его дыханию. Если оно сопровождается хрипом или прекращается вовсе, необходимо открыть пострадавшему рот и оттянуть его язык вперед либо переменить положение головы, откинув ее назад (рис. 69). Полезно дать понюхать нашатырный спирт. Это возбуждает дыхательный центр и содействует восстановлению дыхания.

Особенно тяжелые поражения органов дыхания бывают при завалах землей. После извлечения человека из завала необходимо прежде всего восстановить его дыхание. Сначала надо очистить рот и нос от грязи, затем начать искусственное дыхание, непрямой массаж сердца. Только после восстановления дыхания можно приступить к осмотру повреждений, наложению жгутов и шин.

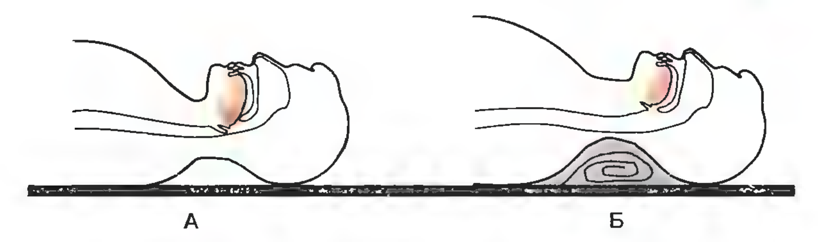



**Рис. 69.** *Освобождение дыхательных путей наклоном головы пострадавшего назад*:
А — *запавший язык, препятствующий прохождению воздуха*;
Б — *устранение западания языка путем отклонения назад головы с помощью подложенного под голову валика*

При оказании помощи утопающему или пострадавшему в завалах важно согреть больного. Это достигается растиранием кожи, закутыванием его в теплую одежду, употреблением чая, кофе и других горячих напитков.

**Первая помощь при электротравме.** Поражения молнией и электротоком часто приводят к остановке дыхания. Они имеют много общего, и потому их объединяют одним понятием — «электротравма». Правда, есть одно различие. При поражении человека техническим электрическим током прежде всего надо обесточить провод.

Последствия поражения током и молнией во многом сходны. Человек теряет сознание, нарушается дыхание. Сердце более устойчиво, но работает слабо, не всегда удается прослушать сердцебиение и прощупать пульс.

Если электротравма была небольшой и человек сам вышел из состояния обморока, необходимо осмотреть места поражения, наложить повязку и немедленно отправить пострадавшего в больницу, поскольку может наступить повторная потеря сознания из-за сердечной недостаточности.

При тяжелых случаях электротравм происходит остановка дыхания. В этом случае применяют искусственное дыхание, а при остановке сердца — непрямой массаж.

**Клиническая и биологическая смерть.** Смерть наступает не сразу после прекращения дыхания и остановки сердца. Пока жив мозг, можно восстановить угасающие функции организма. Первая фаза, пока еще обратимая, называется ***клинической смертью***. Приемы возвращения к жизни называются ***реанимацией***. Клиническая смерть длится сравнительно не-

долго — всего несколько минут. *Биологическая смерть* связана со смертью мозга. Она необратима.

**Приемы искусственного дыхания.** В случаях, когда самостоятельное дыхание пострадавшего невозможно и он потерял сознание, применяют искусственное дыхание. Наиболее эффективно искусственное дыхание изо рта в рот или изо рта в нос (рис. 70, А).

Пострадавшего укладывают лицом вверх на твердую поверхность — пол, землю. Под голову подводят руку и слегка запрокидывают голову назад. При этом его дыхательные пути, заложенные языком, открываются. Оказывающий помощь делает глубокий вдох и, закрыв пальцами пострадавшему нос, выдыхает весь воздух ему в рот. Если грудная клетка последнего расширилась — все сделано верно. После этого надавливают на грудную клетку пострадавшего и вызывают выдох. Оба действия повторяют ритмично, 16—20 раз в минуту.

Проводить искусственное дыхание можно только после того, как дыхательные пути (рот и глотка) очищены.

**Непрямой массаж сердца.** При остановке сердечной деятельности искусственное дыхание приходится сочетать с непрямым массажем сердца. Принцип его состоит в том, что при сильном толчкообразном сдавливании грудной клетки кровь, наполняющая желудочки сердца, выталкивается в аорту и легочную артерию. При отведении рук оказывающего помощь грудная клетка пострадавшего вновь расширяется и кровь поступает из вен в предсердия, а из предсердий в желудочки сердца (рис. 70, Б).

Пострадавшего обязательно укладывают на что-либо твердое — пол, землю, стол. Оказывающий помощь располагается сбоку от пострадавшего. Ладонями, наложенными одна на другую, он с силой надавливает на нижнюю часть грудной клетки, стараясь прогнуть ее по направлению к позвоночнику на 4—5 см. При этом он наваливается всем корпусом, чтобы создать нужное давление, затем откидывается назад и снова повторяет толчкообразный нажим. Частота сжатий 50—70 раз в минуту. Руки должны располагаться примерно на 2 пальца выше мечевидного отростка грудины.

При эффективном массаже пульс становится заметным на сонных артериях, происходит сужение зрачков, они начинают реагировать на свет, синюшная окраска кожи исчезает, восстанавливается самостоятельное дыхание.




**Рис. 70.** *Искусственное дыхание:*
А — *искусственное дыхание изо рта в рот*; Б — *непрямой массаж сердца*

**Жизненная емкость легких, остаточный воздух, обхват грудной клетки, флюорография, туберкулез легких, палочка Коха, рак легких, электротравма, клиническая смерть, биологическая смерть, искусственное дыхание, непрямой массаж сердца.**



**1.** Что такое жизненная емкость легких? О чем говорит этот показатель?
**2.** Какие болезни легких удается выявить с помощью флюорографии?
**3.** Как проявляется туберкулез легких? Как распространяется палочка Коха — возбудитель туберкулеза?
**4.** Какие факторы способствуют заболеванию раком легких? В чем выражается эта болезнь?
**5.** Каковы приемы первой помощи при спасении утопающего?
**6.** Какие последствия могут быть при завалах пострадавшего землей? Какую первую помощь ему необходимо оказать?
**7.** Почему поражение молнией и техническим электротоком объединяют в одно понятие — «электротравма»?
**8.** В чем различие между биологической и клинической смертью?
**9.** Как проводят искусственное дыхание методами изо рта в рот и изо рта в нос?
**10.** Как проводят непрямой массаж сердца?



**1.** На рисунке 69 показано, что происходит при западении языка, которое появляется в ряде случаев, например при обмороках. Объясните, что надо сделать, чтобы восстановить дыхание.
**2.** Расскажите по рисунку 70, как сочетают проведение искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.

## *Основные положения главы 7*

Дыхательная и кровеносная системы тесно связаны между собой. Различают **легочное дыхание** — газообмен между альвеолярным воздухом и кровью. **Тканевое дыхание** — газообмен между кровью и клетками тканей. Он осуществляется кровеносной системой, поскольку кровь доставляет органам кислород и уносит от них продукты распада и углекислый газ.

Система органов дыхания включает верхние дыхательные пути: носовую полость, носоглотку, глотку; нижние дыхательные пути: гортань, трахею, главные бронхи и легкие, покрытые легочной плеврой. Войдя в легкие, главные бронхи ветвятся, образуют бронхиальное дерево, на концах которых находятся легочные пузырьки, альвеолы.

Легкие находятся в герметически закрытых полостях, стенки которых выстланы пристеночной плеврой. Между пристеночной и легочной плеврой находится щелевидная плевральная полость. Давление в ней ниже, чем в легких, а потому легкие всегда прижаты к стенкам грудной полости и принимают ее форму.

Главная функция органов дыхания — поддерживать постоянство газового состава воздуха в альвеолах: удалять излишки углекислого газа и восполнять уносимый кровью кислород. Это достигается благодаря дыхательным движениям. При вдохе скелетные мышцы расширяют грудную полость, следом за ней расширяются легкие, давление в альвеолах падает и наружный воздух входит в легкие. При выдохе грудная полость уменьшается, ее стенки сдавливают легкие и воздух выходит из них.

Регуляция дыхания осуществляется автоматически — продолговатым мозгом в зависимости от концентрации в крови углекислого газа, но на частоту и глубину дыхания сказывается и эмоциональное состояние человека. Произвольное изменение дыхания осуществляется корой больших полушарий головного мозга.

Звукообразование происходит в гортани благодаря колебаниям голосовых связок. Речь осуществляется благодаря артикуляции, в которой участвует язык, зубы, губы и другие органы, направляющие звуковые потоки.

Глава 8

# Пищеварение



## Из этой главы вы узнаете,

*почему пищевые белки, жиры и сложные углеводы должны быть расщеплены на свои составные части, каковы строение и функции органов пищеварения и как они регулируются, что делать при желудочно-кишечных заболеваниях, отравлениях и аппендиците*

## Вы научитесь

*определять местоположение желудка, печени, аппендикса, распознавать желудочно-кишечные расстройства и оказывать доврачебную помощь при их появлении*

## § 30. Питание и пищеварение

**1. Как организм использует питательные вещества?**
**2. Почему необходимо расщепление белков, жиров и сложных углеводов на их составные части?**
**3. Как происходит пищеварение?**
**4. Каково строение органов пищеварения?**
**5. Что такое продукты питания и питательные вещества?**

**Пища — источник энергии и строительного материала.** Пища необходима для поддержания жизни. Каждая клетка организма постоянно обновляется за счет питательных веществ, приносимых кровью. Из них она черпает энергию для своей жизнедеятельности. Питание поддерживает пластический и энергетический обмен с окружающей средой.

Благодаря *пластическому обмену* происходит усвоение части питательных веществ. Из них строятся новые белки, жиры и углеводы, необходимые организму для восстановления утраченных клеток и их частей, для его роста и развития.

Другая часть питательных веществ используется для *энергетического обмена*. Вместе с пищей в организм поступают органические вещества, в молекулах которых содержится запас потенциальной химической энергии, накопленной растениями в результате фотосинтеза. В клетках организма животных и человека органические вещества подвергаются *биологическому окислению*: углеводы и жиры — до углекислого газа и воды, белки — до углекислого газа, воды, солей аммония, фосфора и других простых соединений. В результате этого процесса, происходящего в каждой клетке тела, освобождается энергия, которая необходима для создания новых веществ, теплообразования, сокращения мышц, проведения нервных импульсов, для работы сердца и других внутренних органов.

Необходимые для жизни питательные вещества человек получает из пищи растительного и животного происхождения. Но в основе «пищевой пирамиды» находятся растения, поскольку, как вы уже знаете, они создают первичные органические вещества: белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты. Пищевые белки, жиры и углеводы, как растительные, так и животные, не могут непосредственно поступить в кровь,

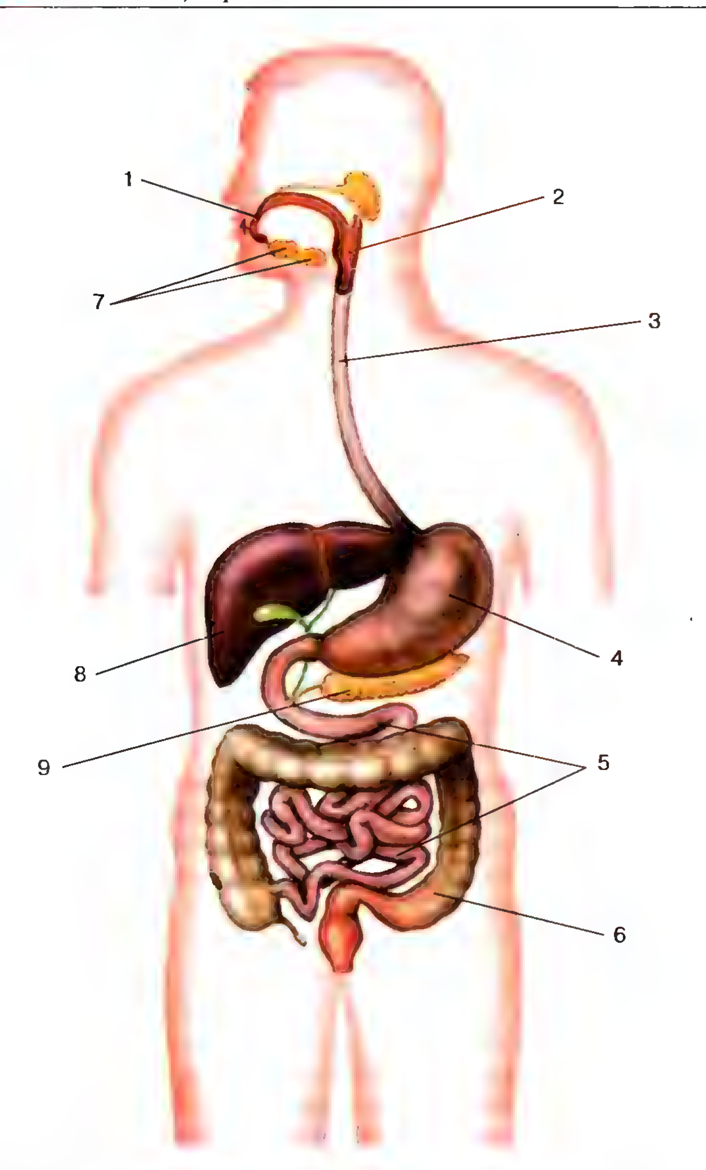



**Рис. 71.** *Система органов пищеварения. Пищеварительный канал:* 1 — *ротовая полость*; 2 — *глотка*; 3 — *пищевод*; 4 — *желудок*; 5 — *тонкая кишка*; 6 — *толстая кишка. Пищеварительные железы (кроме тех, которые находятся в стенках пищеварительного канала)*: 7 — *слюнные железы*; 8 — *печень (с желчным пузырем, показанным зеленым цветом)*; 9 — *поджелудочная железа*

В *ротовой полости* пищу размельчают и перетирают *зубы*, смачивает *слюна*. Затем пища проглатывается и по пищеводу поступает в *желудок*, где частично расщепляется ферментами слюны и желудочного сока.

Из желудка пища попадает в первый отдел *тонкой кишки — двенадцатиперстную кишку*. Сюда впадают *протоки печени* и *поджелудочной железы*. Здесь происходит обработка пищевой массы *желчью* и соком поджелудочной железы. Затем пищевая масса переходит в другие отделы тонкой кишки, где переваривание завершается и происходит всасывание питательных веществ в кровь и лимфу. Из тонкого кишечника пищевая масса переходит в толстый кишечник, где завершается всасывание воды, минеральных солей и водорастворимых витаминов. Остатки непереваренной пищи удаляются из организма.

Кишечник образует ряд петель. Он как бы подвешен на выростах задней стенки брюшины — *брыжейке*. Она состоит из двух листков соединительной ткани и охватывает кишку с двух сторон, образуя ее соединительнотканную наружную оболочку. По брыжейке к кишечнику подходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы.

Гладкая мускулатура кишечника работает по заложенной в наследственном аппарате программе. Благодаря сокращениям мышц происходит *перистальтика* — последовательные сокращения и расслабления кишечной стенки, вызывающие перемещение пищевой массы.

В толстой кишке формируются каловые массы, всасываются остатки воды. Непереваренные остатки пищи удаляются из организма.

**Продукты питания.** Существуют продукты растительного происхождения, например крупы, фрукты, овощи, и продукты животного происхождения, например мясо, рыба, молочные продукты. Для полноценного существования организма необходимы также минеральные вещества (поваренная соль, микроэлементы), витамины и другие биологически активные вещества.

**Питательные вещества.** Продукты питания содержат питательные вещества: *белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли* и *воду*. Если рацион составлен правильно, то в продуктах питания содержатся все необходимые вещества в нужном количестве и в правильном соотношении. Наряду с ними должны быть и *балластные вещества*, например клетчат-

ка, которые являются необходимой средой для существования в желудочно-кишечном канале полезных микроорганизмов, а также раздражают рецепторы кишечной стенки, стимулирующие рефлексы, необходимые для продвижения пищи.

Процесс пищеварения складывается из следующих этапов:

1) механическая обработка пищи в ротовой полости и желудке, ее размельчение и смешивание с пищеварительными соками;

2) расщепление углеводов, белков и жиров ферментами пищеварительных соков до элементарных органических соединений;

3) всасывание этих соединений в кровь и лимфу;

4) удаление непереваренных остатков из организма.

**Значение кулинарной обработки пищи** состоит в том, чтобы по возможности облегчить процесс пищеварения. В отличие от животных человек для питания использует природные продукты как правило после предварительной обработки. Пищу варят, жарят, пекут, применяют различные вкусовые приправы. Это делает ее не только вкуснее, но и доступнее для переваривания.

Организму нужны овощи, содержащие клетчатку и витамины, мясные продукты, богатые белками, жирами, жирорастворимыми витаминами и минеральными солями. В животных продуктах имеются необходимые для организма белки, в растениях — жиры. Сырые и вареные блюда должны чередоваться и взаимно дополнять друг друга. Питание должно строиться с учетом энерготрат, профессии и особенностей организма.

Большое влияние на характер питания оказывают национальные и религиозные традиции.

---

**Пластический обмен, энергетический обмен, пищеварение, питательные вещества, пищевые продукты, аминокислоты, глицерин и жирные кислоты, глюкоза, простые сахара, пищеварительный тракт, пищеварительные железы, брыжейка, перистальтика, рацион, балластные вещества.**

---



1. Что такое питание?
2. В чем заключаются пластическая и энергетическая функции пищи?

3. Что такое пищеварение? Какую роль оно играет в питании?
4. Почему клетки не могут усваивать пищевые белки, углеводы и жиры?
5. На какие составные части распадаются белки, жиры и сложные углеводы?

!
1. Перечислите пищеварительные железы.
2. Перечислите отделы пищеварительного канала.
3. Назовите, какие питательные и балластные вещества содержатся в следующих продуктах питания: мясо, морковь, лук, хлеб, молоко, поваренная соль.

## § 31. Пищеварение в ротовой полости

**1. Как распознается качество пищи?**
**2. Какое значение имеет механическая и химическая обработка пищи?**
**3. Каковы строение и форма зубов?**
**4. Почему и как происходит смена зубов?**
**5. Как предупредить заболевания зубов?**

**Рецепторы вкуса.** Пищеварительный тракт начинается с ротовой полости. Здесь происходит анализ пригодности пищи. *Рецепторы вкуса* расположены на языке. Благодаря им человек различает кислое, соленое, сладкое, горькое. Осознанное вкусовое различение происходит в коре больших полушарий головного мозга, куда поступают нервные импульсы от рецепторов языка. Благодаря вкусу, а также запаху, температурным и тактильным ощущениям (чувствительности к прикосновению), в ротовой полости осуществляется опробование пищи.

**Механическая и химическая обработка пищи.** В ротовой полости пища смачивается слюной и пережевывается. Зубы разрывают, размельчают и перетирают пищу благодаря движению нижней челюсти относительно неподвижной верхней.

Параллельно с этим происходит рефлекторное отделение слюны околоушной, подъязычной и подчелюстной слюнными

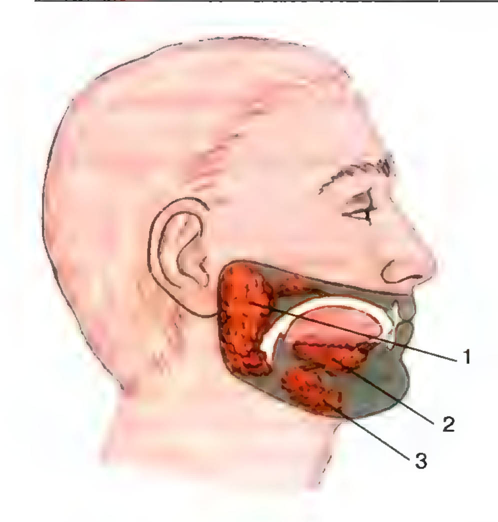
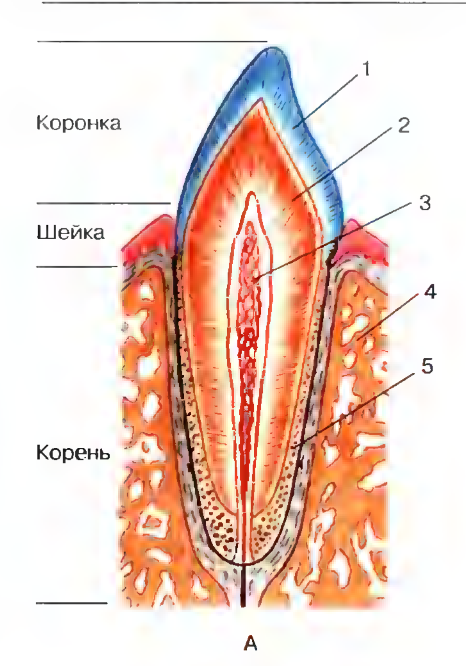



**Рис. 72.** *Слюнные железы:*
1 — *околоушная;*
2 — *подъязычная;*
3 — *поднижнечелюстная*

железами (рис. 72). Слюна содержит вещество, склеивающее пищевые частицы и делающее их скользкими. Благодаря этому пищевой комок легко проходит по пищеводу. В слюне содержатся ферменты, которые расщепляют крахмал и другие углеводы. Эти ферменты действуют в слабощелочной среде, которую имеет слюна. На пищу разного состава выделяется слюна, соответствующая этому составу.

**Строение зубов.** Верхняя и нижняя челюсти имеют *ячейки* — углубления, в которых находятся зубы. Каждый зуб имеет *корень*, сидящий в ячейке челюстной кости, *шейку*, прикрытую десной, и *коронку*. Зуб состоит из плотного вещества *дентина*, а его коронку покрывает еще более плотное вещество — *зубная эмаль*. Внутри зуба находится *пульпа* — кровеносные сосуды, питающие зубную ткань, и нервные окончания. Находящиеся в зубе нервные рецепторы воспринимают давление и температуру, что позволяет регулировать процесс жевания (рис. 73, А).

Расположенные спереди *резцы* имеют острую поверхность и служат для откусывания пищи. *Клыки* у человека мало отличаются от резцов, что позволяет совершать боковые движения нижней челюстью, необходимые для речевой артикуляции. *Коренные зубы* имеют широкую и бугристую поверхность: они служат для разжевывания и перетирания пищи (рис. 73, Б).



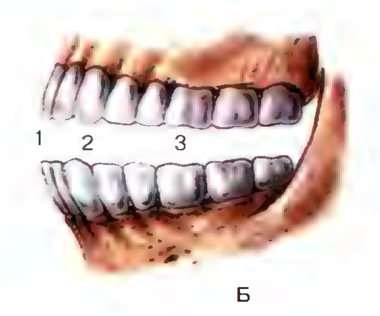




**Рис. 73.** *Зубы*:
А — *внутреннее строение зуба*:
1 — *эмаль*; 2 — *дентин*;
3 — *пульпа*; 4 — *костная лунка в челюсти*; 5 — *цемент*;
Б — *зубы верхней и нижней челюсти*: 1 — *резцы*;
2 — *клыки*; 3 — *коренные зубы*

Первые зубы появляются к 6—8 месяцам после рождения. Обычно к двум годам у ребенка завершается развитие молочных зубов. Всего их 20: 8 резцов, 4 клыка и 8 коренных. С 5—7 лет начинается смена молочных зубов на постоянные, которая продолжается до 12—13 лет.

У взрослых людей 32 зуба: 8 резцов, 4 клыка, 8 малых коренных и 12 больших коренных — по 3 с каждой стороны сверху и снизу. Последние коренные зубы появляются в 17—20 лет. Поэтому их называют зубами мудрости.

**Уход за зубами.** Потребление сырых овощей и фруктов (например, моркови, яблок) способствует естественному очищению зубов. Однако оно, как правило, бывает недостаточным. В слюне содержатся различные минеральные соли и органические вещества. Смешиваясь с остатками пищи, они образуют налет, который через определенное время твердеет и превращается в зубной камень. Для того чтобы этот налет удалить, применяют зубную пасту или зубной порошок.

Чистить зубы рекомендуется два раза в день — утром и вечером. Щетку следует вести от десны к коронке. При боковых движениях слева направо и справа налево очищаются лишь

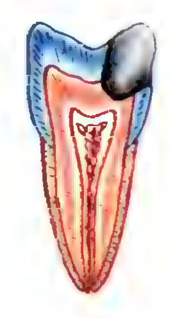
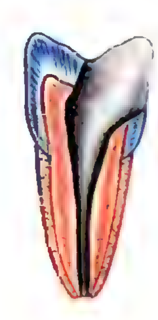




**Рис. 74.** *Развитие кариеса*

верхние части коронок, что недостаточно. Кроме того, не проводится массаж десен, а без него они нередко начинают кровоточить. Чистить зубы рекомендуется не только с внешней, но и с внутренней стороны.

После еды нередко между зубами остаются частицы пищи. Их надо удалить зубочисткой из пластмассы или дерева. Можно воспользоваться зубной нитью. Металлическими предметами, например иголками, пользоваться нельзя: возможно повреждение эмали. После еды следует полоскать рот.

**Заболевания зубов.** Эмаль — твердое, но хрупкое вещество. Она легко разрушается, если после горячей пищи сразу употреблять холодную. Смена горячего и холодного воздуха происходит и при курении табака. Заглатывая горячий дым и обжигаясь, курильщик следом вдыхает холодный воздух, чтобы предотвратить ожог. Чем больше при этом контраст температур, тем бóльшая вероятность повреждения эмали. Кроме того, табачный деготь оседает на зубах, образуя желтый налет, который через некоторое время превращается в зубной камень.

Нарушение эмали приводит к заболеванию *кариесом*. На месте повреждения образуется углубление — дупло. Оно постепенно доходит до пульпы зуба, и инфекция проникает в нее, вызывая воспаление — *пульпит*. Признаки пульпита — зубная боль, повышенная чувствительность зуба к температуре пищи. Если зуб вовремя не вылечить, он разрушится (рис. 74).

Большое разрушающее воздействие на зубы оказывает молочная кислота, образующаяся при брожении углеводов. Кроме того, сахар является хорошей средой для микробов, находя-

щихся в полости рта. Вредно также грызть леденцы, орехи. Это может привести к механическим повреждениям зубов. При недостатке фтора в питьевой воде зубы разрушаются быстрее. Поэтому в некоторые сорта зубной пасты вводят соли фтора.

**Ротовая полость, рецепторы вкуса, слюнные железы, зубы: корень, шейка, коронка; зубная эмаль, дентин, зубная пульпа; резцы, клыки, малые и большие коренные зубы, кариес, пульпит.**

?

**1.** Какие органы находятся в ротовой полости?
**2.** Каковы функции языка?
**3.** Где находятся коронка, шейка и корень зуба?
**4.** Каково внутреннее строение зуба?
**5.** Сколько у человека молочных зубов и сколько постоянных?
**6.** Как ухаживать за зубами?

!

**1.** Изучите зубы с помощью зеркала (работа выполняется дома). Рассмотрите свои зубы. Какая часть зуба видна? Какая часть находится в ячейке челюстной кости?
**2.** Найдите резцы, клыки и коренные зубы. Почему клыки человека сравнительно мало (по сравнению с хищными животными) отличаются от резцов? С чем это связано?
**3.** Протрите зубы чистым носовым платком. Определите, есть ли на зубах налет. С чем он связан? Почему его надо регулярно счищать?

**1.** Определите положение околоушных слюнных желез. Нажмите на щеки впереди и ниже ушей с левой и правой сторон. Почувствуете, как во рту появляется слюна.
**2.** Определите места положения поднижнечелюстных слюнных желез. Нажмите под нижней челюстью с левой и правой сторон, отступя на 2—3 см от ее углов к центру, пока не почувствуете, как ротовая полость наполняется слюной.
**3.** Обнаружьте выход протока подъязычной слюнной железы. Подъязычная железа лежит глубоко. Ее прощупать не удается, но зато легко обнаруживается устье протока этой железы. Он находится у основания уздечки языка. Если резко приподнять язык вверх, то иногда можно увидеть небольшой фонтанчик слюны.

## § 32. Пищеварение в желудке и двенадцатиперстной кишке. Действие ферментов

**1. Как пища попадает в желудок?**
**2. Как изменяется в желудке пищевой комок?**
**3. Почему в желудке перевариваются белки, но стенка желудка не страдает?**
**4. Как пища попадает в двенадцатиперстную кишку?**
**5. Как изменяются в ней белки, жиры и углеводы?**
**6. Как работают пищеварительные ферменты?**

**Желудок.** Из глотки сформировавшийся в ротовой полости пищевой комок попадает в *пищевод*. Устье пищевода снабжено кольцевыми мышцами, которые препятствуют обратному движению пищи из желудка в пищевод. В желудок пища попадает измельченной и пропитанной слюной. С наружной поверхности пищевой комок подвергается действию желудочного сока, а внутри его продолжается действие слюны. Постепенно пищевой комок распадается и превращается в кашицу, которая обрабатывается *желудочным соком*.

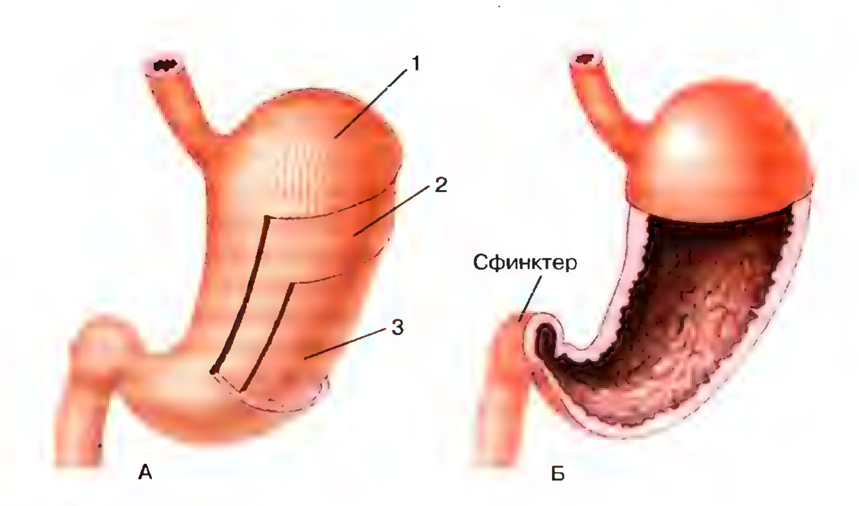



**Рис. 75.** *Желудок:*
А — *мышечные слои желудка:* 1 — *наружный продольный слой;* 2 — *средний круговой слой;* 3 — *внутренний косой слой;*
Б — *внутренняя слизистая поверхность желудка* (*виден сфинктер*)

*Желудок* — самая широкая часть пищеварительного канала (рис. 75). Он располагается под диафрагмой в левой части живота. Форма и размеры желудка изменяются в зависимости от объема принятой пищи. Желудок взрослого человека может вместить до 3 л пищи.

В слизистой оболочке желудка находится множество желез. Одни из них выделяют слизь, которая защищает стенки желудка от действия на них желудочного сока и раздражающих веществ пищи, другие выделяют соляную кислоту. Есть железы, выделяющие фермент *пепсин*, расщепляющий белки. Соляная кислота не только создает необходимую среду для работы фермента, но и уничтожает многие вредные микроорганизмы, проникшие с пищей.

В среднем слое стенки желудка находится *мышечная оболочка*, состоящая из гладких мышц. Их сокращение способствует лучшему перемешиванию пищи и пропитыванию ее желудочным соком. Постепенно мышцы проталкивают пищевую кашицу к двенадцатиперстной кишке. На границе между желудком и двенадцатиперстной кишкой находится кольцевая мышца — *сфинктер*. Периодически он открывается и пропускает полупереваренную пищу в двенадцатиперстную кишку.

Если человек съел недоброкачественную пищу, возникает рвотный рефлекс и содержимое желудка выбрасывается наружу. Рвота может быть вызвана также раздражением корня языка, где наряду с рецепторами глотательного рефлекса, а также чувствительными рецепторами к горькому находятся и рецепторы рвотного рефлекса. Раздражение корня языка пальцами применяют для вызывания искусственной рвоты, когда возникает необходимость удалить из желудка недоброкачественную пищу.

**Двенадцатиперстная кишка** — начальная часть тонкой кишки. Вся тонкая кишка имеет длину 5—6 м, двенадцатиперстная кишка — 27—30 см, что примерно соответствует ширине сложенных вместе двенадцати пальцев (рис. 76).

В двенадцатиперстную кишку поступает сок поджелудочной железы и желчь из печени. *Желчь* — это зеленовато-желтая жидкость горького вкуса. Под ее воздействием жиры распадаются на малейшие капельки, так что общая их поверхность увеличивается. В таком виде они становятся более доступными для действия ферментов. Кроме того, желчь

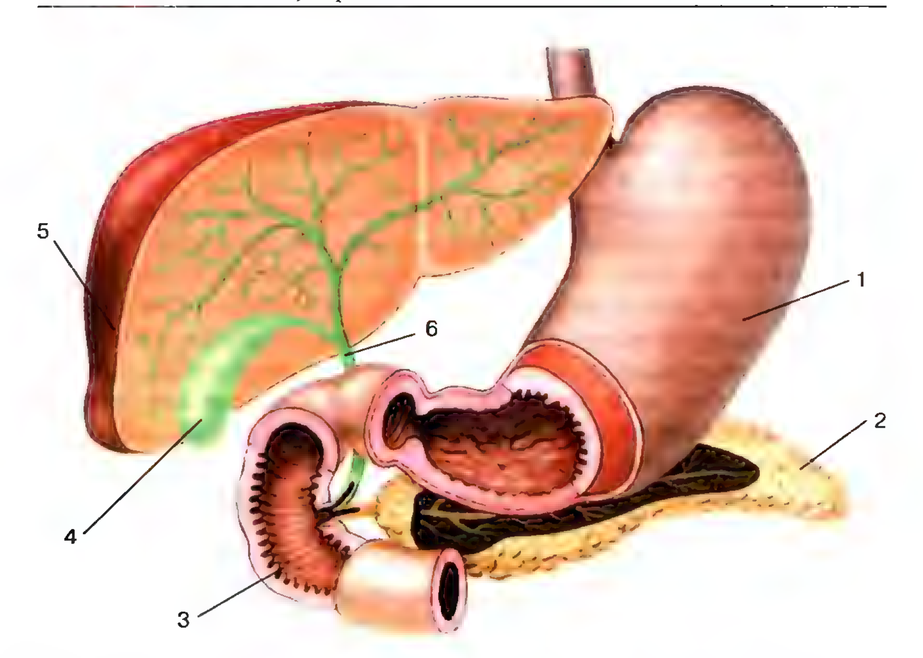



**Рис. 76.** *Расположение печени, желудка и поджелудочной железы:* 1 — *желудок;* 2 — *поджелудочная железа;* 3 — *двенадцатиперстная кишка;* 4 — *желчный пузырь;* 5 — *печень;* 6 — *общий проток поджелудочной железы и желчевыводящих путей, ведущий в двенадцатиперстную кишку*

активизирует некоторые ферменты поджелудочной железы, в частности *трипсин* — фермент, расщепляющий белки до аминокислот.

Пищеварительный сок поджелудочной железы содержит ферменты, расщепляющие белки, жиры и углеводы. Подобным образом действует кишечный сок, выделяемый остальными отделами тонкой кишки.

**Пищеварительные ферменты.** Расщепление пищи происходит под действием биологических катализаторов — ферментов, представляющих собой белки сложного строения. Пищеварительные ферменты наиболее активны при температуре 37—39 °С. Вещество, на которое действует фермент, называют *субстратом*. Каждый фермент обладает специфичностью, то есть действует на строго определенный субстрат. При этом каждый фермент работает только при определенных условиях: ферменты слюны — в слабощелочной среде; ферменты же-

лудка — в кислой среде; ферменты поджелудочной железы — в слабощелочной среде. При кипячении ферменты, как и другие белки, свертываются и теряют активность.

**Микроорганизмы кишечника.** В тонкой и толстой кишке находятся полезные для организма *кишечные палочки*, а также незначительное количество вредных микроорганизмов, вызывающих гниение белка и брожение углеводов.

При нормальной активности пищеварительных ферментов кишечная палочка активно размножается и сдерживает размножение вредных микроорганизмов. Она полезна еще и тем, что выделяет ферменты, способствующие пищеварению, а также синтезирует некоторые витамины. Но при ухудшении условий жизнедеятельности кишечной палочки, которое происходит при неправильном питании или необоснованном применении антибиотиков, размножение ее приостанавливается. Это улучшает условия жизни для гнилостной или бродильной микрофлоры. Возникает особое заболевание — *дисбактериоз*.

При дисбактериозе происходит усиленное образование кишечных газов, нарушение всасывания воды в толстой кишке, снижение эффективности пищеварения. Заболевание нарушает самочувствие человека вследствие отравления организма продуктами жизнедеятельности вредных микроорганизмов.

---

**Пищевод, желудок, пепсин, сфинктер, двенадцатиперстная кишка, поджелудочная железа, трипсин, печень, желчь, фермент, субстрат, кишечная палочка, дисбактериоз.**

---



1. Как пищевой комок попадает в желудок?
2. Где располагается желудок?
3. Какую функцию выполняет внутренний железистый слой желудка?
4. Какое значение в составе желудочного сока имеет соляная кислота?
5. Какую функцию выполняет мышечный слой стенки желудка?
6. Как пища попадает в двенадцатиперстную кишку?
7. Протоки каких пищеварительных желез впадают в двенадцатиперстную кишку?

8. Какова функция желчи, выделяемой печенью?
9. Что такое фермент? Назовите известные вам пищеварительные ферменты.
10. Будет ли действовать пепсин, если соляную кислоту желудочного сока нейтрализовать щелочью?
11. Каково значение кишечной палочки?

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

## *Действие слюны на крахмал*

*Оборудование*: накрахмаленный бинт, нарезанный на куски длиной 10 см, вата, спички, блюдце, аптечный йод (5%-й), вода.

*Предварительные пояснения.* Цель этого опыта — показать, что ферменты слюны способны расщеплять крахмал. Известно, что крахмал с йодом дает интенсивное синее окрашивание, по которому нетрудно узнать, где он сохранился. При обработке крахмала ферментами слюны он разрушается, если ферменты активны. В этих местах крахмала не остается, поэтому они не окрашиваются йодом и остаются светлыми.

*Ход работы*

1. Приготовьте реактив на крахмал — йодную воду. С этой целью в блюдце налейте воду и добавьте несколько капель йода (аптечный 5%-й спиртовой раствор) до получения жидкости цвета крепко заваренного чая.
2. Намотайте на спичку вату, смочите ее слюной, а затем этой ватой со слюной напишите букву на накрахмаленном бинте.
3. Расправленный бинт зажмите в руках и подержите его некоторое время, чтобы он нагрелся (1—2 мин).
4. Опустите бинт в йодную воду, тщательно расправив его. Участки, где остался крахмал, окрасятся в синий цвет, а места, обработанные слюной, останутся белыми, так как крахмал в них распался до глюкозы, которая под действием йода не дает синего окрашивания.
Если опыт прошел успешно, на синем фоне получится белая буква.

*Ответьте на вопросы*:

Что было субстратом, а что — ферментом, когда вы писали букву на бинте?
Могла ли получиться синяя буква на белом фоне при проведении этого опыта?
Будет ли слюна расщеплять крахмал, если ее прокипятить?

## § 33. Функции тонкого и толстого кишечника. Всасывание. Барьерная роль печени. Аппендицит

**1. Где происходит всасывание?**
**2. Каково строение и функция ворсинок кишечника?**
**3. Что происходит с всосавшимися веществами в печени?**
**4. Каковы функции толстой кишки?**

**Всасывание.** Всасывание питательных веществ происходит в *кишечных ворсинках*, которые являются выростами кишечной стенки. Ворсинок так много, что внутренняя поверхность кишечника кажется бархатистой (рис. 77).

Поверхность каждой ворсинки покрыта однослойным эпителием, под которым расположены кровеносные сосуды. В них поступают продукты расщепления крахмала (глюкоза) и расщепления белков (аминокислоты). Продукты расщепления жиров (глицерин и жирные кислоты) поглощаются эпителием и превращаются в его клетках в жировые вещества, характерные для данного организма. Эти жировые вещества поступают в лимфатические сосуды, которые находятся в центре ворсинки.

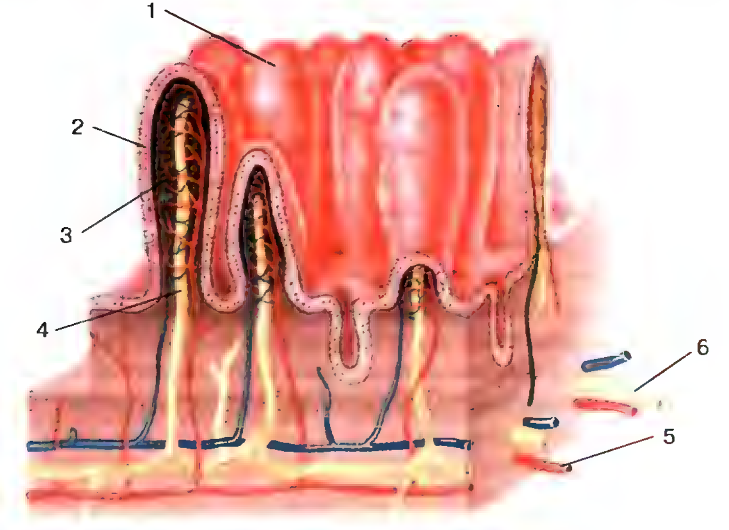



**Рис. 77.** *Строение кишечных ворсинок:*
1 — *кишечная ворсинка*; 2 — *однослойный эпителий*; 3 — *кровеносные капилляры*; 4 — *лимфатический капилляр*; 5 — *кровеносный сосуд*; 6 — *лимфатический сосуд*

Глюкоза и аминокислоты, поступившие в кровь, направляются к печени. Жир, минуя печень, следует в жировые депо организма, например в подкожную клетчатку.

**Печень и ее роль в организме.** Кровеносные сосуды, отходящие от кишечника и желудка, поступают в *воротную вену*. Она несет кровь в печень — центральную химическую лабораторию организма (рис. 78). В ней венозная кровь, поступившая из кишечника, снова растекается по капиллярам. Из крови, находящейся в них, извлекаются и обезвреживаются вредные вещества. Из поступивших аминокислот отбираются вещества, нужные организму, а остальные либо теряют аммиак и превращаются в углеводы и жиры, либо используются для создания других аминокислот, недостающих организму. В печени синтезируются не все аминокислоты. Те из них, которые синтезироваться в организме не могут, называются *незаменимыми*, их недостаток в пище ведет к нарушениям обмена веществ.

Печень задерживает разрушенные эритроциты. Содержащийся в них гемоглобин используется для выработки *желчи*. Ядовитые соли аммония, образующиеся в результате окисления белков, в печени преобразуются в *мочевину* — менее токсичное вещество, которое выводится с мочой.

Печень участвует в поддержании постоянства содержания глюкозы в крови. Если воротная вена приносит слишком много глюкозы, печень задерживает ее излишки и превращает их в нерастворимое соединение — *животный крахмал гликоген*. При недостатке глюкозы в крови гликоген печени преобразуется в глюкозу, которая поступает в кровь. Воротная вена может приносить в печень различное количество глюкозы, но в печеночную вену (а затем и во все клетки организма) поступает относительно постоянное количество глюкозы.

**Толстая кишка.** Поскольку через мембрану клетки питательные вещества могут проникать лишь в растворенном виде, по ходу пищеварительного канала пища последовательно разбавляется водой. Она содержится в слюне, желудочном, поджелудочном и кишечном соках, а также в желчи. Главная функция толстой кишки состоит в том, чтобы отделить оставшуюся воду от непереваренных остатков пищи. Вода в толстой кишке всасывается в кровь, а непереваренные остатки попадают в прямую кишку и удаляются из организма.

Место перехода тонкой кишки в толстую является началом *слепой кишки*. От нее отходит червеобразный отросток — *ап-*

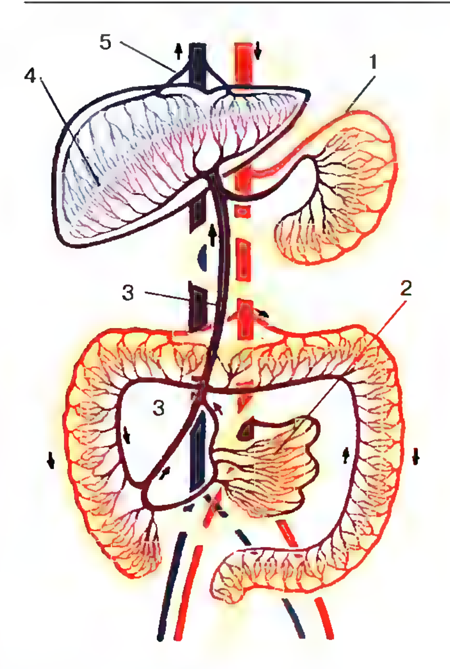





**Рис. 78.** *Воротная система печени*:
1 — *желудок*; 2 — *кишечник*;
3 — *воротная вена*; 4 — *печень*;
5 — *печеночная вена*

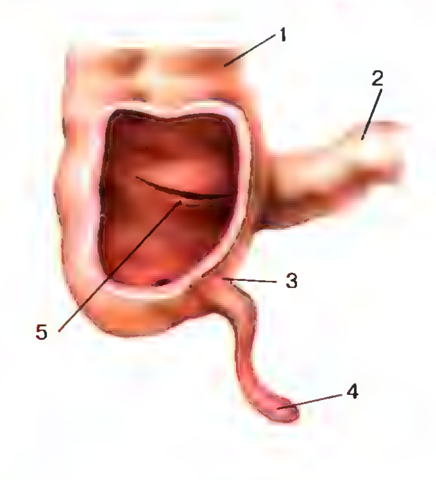



**Рис. 79.** *Слепая кишка с аппендиксом*:
1 — *толстая кишка*; 2 — *тонкая кишка*; 3 — *слепая кишка*; 4 — *аппендикс*; 5 — *заслонка толстой кишки (препятствие возвращению пищевой кашицы в тонкую кишку)*

*пендикс* (рис. 79). У травоядных животных слепая кишка достигает большого размера. В ней поселяются микробы, разрушающие клетчатку, а также другие трудноперевариваемые вещества растительной пищи, и аппендикс играет в этом процессе важную роль. Для человека же в связи с иным характером питания эта функция аппендикса большого значения не имеет.

Воспаление аппендикса — *аппендицит*. Он проявляется болью в правой половине живота (в нижнем углу) и повышением температуры тела. Необходимо немедленное обращение к врачу, так как из воспаленного аппендикса инфекция может попасть в брюшную полость и вызвать опасное для жизни воспаление — *перитонит*. До прихода врача больному нельзя давать слабительные, ставить на живот грелку, применять клизму и обезболивающие препараты. От еды следует воздерживаться до выяснения диагноза.

**Всасывание, ворсинка, воротная вена, печень, печеночная вена, заменимые и незаменимые аминокислоты, желчь, мочевина, глюкоза, гликоген, слепая кишка, аппендикс, аппендицит, перитонит.**

?

1. Как функционирует кишечная ворсинка?
2. Эпителий ворсинки всасывает глицерин и жирные кислоты, а из них синтезирует жир. Отличается ли он от пищевого жира?
3. Почему печень называют главной химической лабораторией организма?
4. Как печень поддерживает постоянство состава внутренней среды организма?
5. Где находится слепая кишка с аппендиксом?

!

Назовите симптомы аппендицита. Перечислите, чего нельзя делать при подозрении на аппендицит.

## § 34. Регуляция пищеварения

**1. Какие методы были использованы для изучения пищеварения И. П. Павловым?**
**2. Чем различаются безусловные и условные рефлексы?**
**3. Как возникает голод и насыщение?**
**4. Как осуществляется гуморальная регуляция пищеварения?**



*Иван Петрович Павлов (1849—1936)*

**Нервная регуляция пищеварения** происходит рефлекторно. Это удалось установить с помощью фистульной методики, усовершенствованной **И. П. Павловым**. За работы по изучению пищеварения он получил Нобелевскую премию.

***Фистула*** — искусственно созданное отверстие для выведения наружу продуктов, находящихся в полостных органах или железах. Так, для того чтобы исследовать выделения слюнной железы, **И. П. Павлов** выводил один из ее протоков наружу и со-

бирал слюну (рис. 80). Это давало возможность получить ее в чистом виде и исследовать состав. Было выяснено, что слюна выделяется как при попадании пищи в ротовую полость, так и при ее виде, но при условии, если животному знаком вкус этой пищи.

По предложению И. П. Павлова рефлексы были разделены на безусловные и условные.

*Безусловные рефлексы* — врожденные рефлексы, свойственные всем особям данного вида. С возрастом они могут меняться, но по строго определенной программе, одинаковой для всех особей этого вида. Безусловные рефлексы — это реакция на жизненно важные события: пищу, опасность, боль и т. д.

*Условные рефлексы* — это рефлексы, приобретенные в течение жизни. Они дают возможность организму приспособиться к меняющимся условиям, накапливать жизненный опыт.

Опыты по фистульной методике показали, что раздражение вкусовых рецепторов вызывает секрецию не только слюны, но и желудочного сока. Поэтому пища, смешанная со слюной, попадает не в пустой желудок, а в желудок, уже подготовленный к ее приему, то есть наполненный пищеварительным соком. Это было показано И. П. Павловым в опытах с *мнимым кормлением*. Собаке перерезали пищевод и оба конца выводили наружу. Когда животное ело, пища вываливалась из отверстия в пищеводе. Содержимое желудка выводилось наружу с помощью специальной трубки (рис. 81).

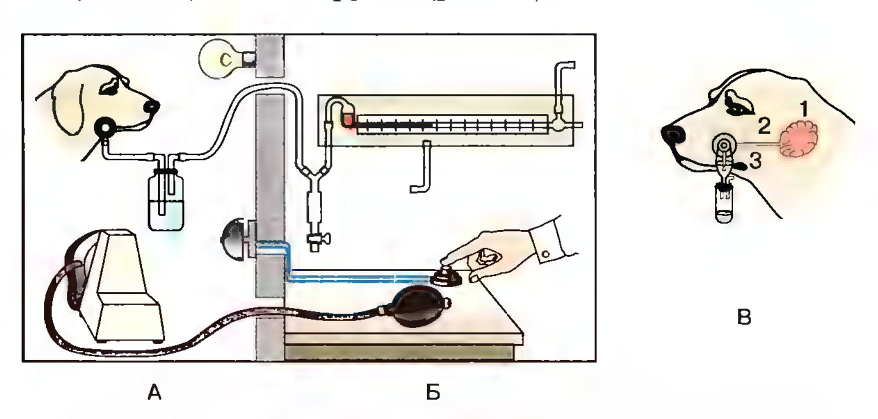



**Рис. 80.** *Собака с фистулой слюнной железы в звуконепроницаемой камере*: А — *камера*; Б — *помещение для экспериментатора*; В — *собака с фистулой слюнной железы*: 1 — *слюнная железа*; 2 — *проток железы, выведенной наружу*; 3 — *воронка для сбора слюны*

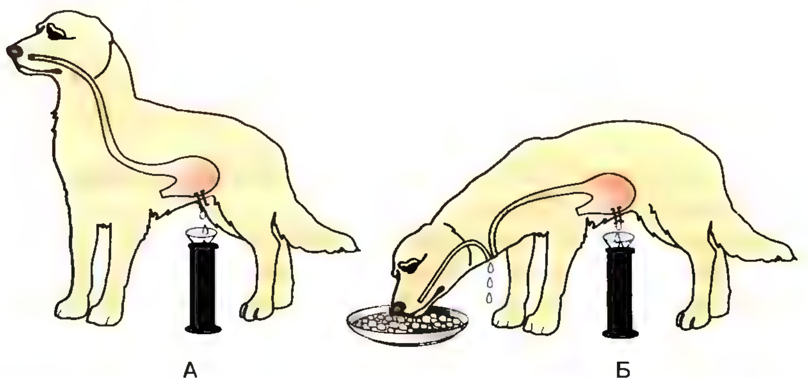
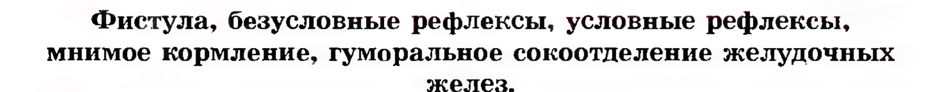



**Рис. 81.** *Мнимое кормление:*
А — *фистула желудка*; Б — *мнимое кормление. У собаки перерезан пищевод, оба края вшиты в кожу. Проглоченная пища в желудок не попадает — вываливается через отверстие наружу, но желудочное сокоотделение идет*

Несмотря на то что в желудок пища не попадала, секреция желудочного сока все равно в нем происходила. Более того, если собака была голодна, то любой сигнал, связанный с едой, вызывал как отделение слюны, так и отделение желудочного сока. Это условно-рефлекторное отделение желудочного сока И. П. Павлов назвал *аппетитным соком*.

Когда же пища попадает в желудок и растягивает его, пищевое возбуждение завершается и сменяется ощущением насыщения. Оно наступает раньше, чем пища всосется и кровь обогатится питательными веществами. Следовательно, существует тормозной рефлекс на наполнение желудка, предохраняющий от переедания.

**Гуморальная регуляция пищеварения.** После того как питательные вещества всосутся в кровь, начинается гуморальное отделение желудочного сока. Среди питательных веществ имеются биологически активные вещества, которые, например, содержатся в овощных и мясных отварах. Продукты их расщепления через слизистую оболочку желудка всасываются в кровь. С током крови они попадают к железам желудка и те начинают усиленно выделять желудочный сок. Это позволяет обеспечить длительное сокоотделение: белки перевариваются медленно, иногда в течение 6 ч и более. Таким образом, желудочное сокоотделение регулируется как нервным, так и гуморальным путем.



**Фистула, безусловные рефлексы, условные рефлексы, мнимое кормление, гуморальное сокоотделение желудочных желез.**



1. Слюноотделение у собаки на вид кормушки с пищей — рефлекс условный или безусловный?
2. Как возникают ощущения голода и насыщения?
3. Как осуществляется гуморальная регуляция желудочного сокоотделения?

## § 35. Гигиена органов пищеварения. Предупреждение желудочно-кишечных инфекций

**1. Как сохранить аппетит?**
**2. Чем и как питаться?**
**3. Как соблюдать правильный рацион?**
**4. Как предупредить отравление пищевыми продуктами?**
**5. Как уберечься от кишечных инфекций: ботулизма, сальмонеллеза, холеры, дизентерии?**

**Правила приема пищи.** Для полноценного усвоения питательных веществ необходимо, чтобы пища имела привлекательный вид, приятный запах и вкус. Такая пища вызывает аппетит и способствует выделению пищеварительных соков. Отделению пищеварительных соков способствует и постоянное время приема пищи (условный рефлекс на время).

В начале еды полезно употреблять блюда, усиливающие сокоотделение, такие как салат, винегрет, бульон. Есть сладости не рекомендуется, так как они снижают аппетит. На пустой желудок вредно пить крепкий кофе и крепкий чай, поскольку содержащийся в них кофеин стимулирует отделение желудочного сока, что полезно лишь в случае, когда пища находится в желудке. Когда ее там нет, желудочный сок может раздражать стенку желудка.

Пищу необходимо тщательно пережевывать. Тогда она лучше пропитается слюной, и в желудок не попадут грубые частицы, которые могут раздражать, а то и повредить слизистую оболочку. Кроме того, при еде наспех ухудшается отделение

пищеварительных соков. Во время еды вредно отвлекаться, заниматься посторонними делами.

Пища не должна быть слишком горячей (температура не выше 50 °С). В противном случае возможны ожоги пищевода и желудка, что может привести к хроническому их воспалению. Слизистую оболочку пищевода и желудка раздражают также горчица, перец, уксус, лук, если их употреблять в больших количествах. Содержащиеся в них вещества раздражающе действуют также на печень и почки.

Опасно для слизистой желудка и постоянное сухоядение, то есть питание преимущественно бутербродами — хлебом с маслом, сыром, колбасой без горячих блюд (супа, каши, вареных овощей).

В пище обязательно должны содержаться вещества, стимулирующие моторику кишечника. Они способствуют своевременному удалению непереваренных остатков пищи. Таким действием обладают ржаной хлеб, капуста, свекла, морковь, салат, слива, а также молочные продукты (кефир, простокваша).

Последний прием пищи должен быть не позже чем за полтора часа до сна. В противном случае сон нарушается. Кроме того, еда на ночь способствует увеличению массы тела.

**Кишечные инфекции и их предупреждение.** Пища по возможности должна быть свежеприготовленной.

Недоброкачественная пища обычно приобретает неприятный вид, запах и цвет. Однако это происходит не всегда. Нередко зараженная микробами пища не утрачивает своих внешних качеств и потому представляет опасность. Именно поэтому на различных пищевых продуктах указывается срок годности. Необходимо всегда обращать на него внимание.

Следует проявлять осторожность с консервированными продуктами. Если консервная банка хотя бы немного вздута («бомбаж»), употреблять в пищу ее содержимое нельзя. «Бомбаж» возникает вследствие выделения газов, происходящего при разложении продукта микроорганизмами гниения или брожения. Среди них могут быть и смертельно опасные для человека виды, например бактерия ботулизма.

*Возбудители ботулизма* живут в кишечнике крупного рогатого скота, свиней, лошадей, грызунов, не вызывая у них заболеваний. Попадая в почву вместе с навозом, они заражают овощи, грибы и другие продукты. Бактерии, вызывающие ботулизм, могут заражать водоемы и рыбу, находящуюся в них. Развиваются эти микробы при отсутствии воздуха (ана-

эробы), поэтому они легко выживают в наглухо закрытых сосудах: в консервных и герметически закрытых стеклянных банках. Споры бактерий чрезвычайно устойчивы. Они гибнут только после кипячения в течение нескольких часов. При консервировании в домашних условиях фруктов, грибов, рыбы и т. д. в плотно закрытом сосуде без доступа воздуха эти споры могут прорасти и испортить продукт.

Заболевание ботулизмом развивается обычно через 12—24 ч после приема зараженной пищи. Иногда признаки отравления могут проявиться раньше или позже этого срока. Болезнь начинается с головной боли, тошноты, рвоты, болей в животе. Температура тела обычно не поднимается. Через 1—2 суток наступает расстройство зрения, может быть паралич шейных и дыхательных мышц, что ведет к смерти.

Другой опасной болезнью является *сальмонеллез*. Наиболее часто заболевание происходит в летне-осеннее время. Источником инфекции чаще всего бывают домашняя птица, кошки, собаки, крупный и мелкий рогатый скот, а также больные люди и бактерионосители. Заражение происходит обычно через зараженные продукты — яйца, мясо, молоко, молочные продукты.

Болезнь обычно начинается остро. Поднимается температура, возникают боли в животе, частый стул, тошнота и рвота. Болезнь длится несколько суток и очень ослабляет организм.

Очень опасна *холера*. Ее возбудитель — *холерный вибрион*. Он хорошо сохраняется в воде, легко переносит холод, но плохо выдерживает нагревание. От хлорной извести или хлорамина вибрион погибает. Поэтому при угрозе эпидемии холеры рекомендуют тщательно кипятить воду, молоко, а перед едой споласкивать руки раствором хлорной извести или хлорамина, а потом тщательно мыть их чистой водой с мылом. Недопустимо мыть руки и ополаскивать овощи и фрукты водой, взятой из открытых водоемов, так как они могут быть заражены вибрионом. Для мытья надо использовать только кипяченую воду. В местах, где выявлен больной холерой, объявляется карантин. Санитарные службы выясняют источники заражения, ставят предупредительные знаки, запрещающие купаться в водоемах, где предполагается наличие холерного вибриона.

Холера чаще проявляется через 2—3 суток после заражения. Проникнув в тонкую кишку, холерные вибрионы начинают размножаться и выделять яды, которые вызывают сильный понос (*диарею*), нередко с примесью крови. Затем начина-

ется обильная рвота. Все это ведет к потере организмом воды и минеральных солей. Возникает обезвоживание организма, опасное для жизни. Нарушается работа сердца и почек. Затем появляются судороги, одышка. Спасти больного можно только в больнице, где ему вводят антибиотики и лечебную жидкость, компенсирующую потерю воды.

*Дизентерия* — тоже весьма заразное и опасное заболевание. Ею можно заболеть, съев зараженную пищу, выпив воду из сомнительного источника или вымыв в нем посуду, овощи, руки. *Дизентерийная палочка* поражает толстую кишку. Переносчиками инфекции могут быть мухи.

Инкубационный период дизентерии длится 2—5 суток, после чего температура повышается до 38—39 °С, появляются боли в мышцах и суставах, головная боль и схваткообразные боли в левой половине живота. Стул учащается, иногда он имеет неудержимый характер, в нем появляется слизь, иногда кровь.

Возбудители кишечных инфекций в огромных количествах выходят из организма больных с непереваренными остатками пищи. Со сточными водами они могут попасть в колодцы и другие источники водоснабжения. Поэтому необходимо содержать в чистоте выгребные ямы, обрабатывать их хлорной известью и по мере их заполнения засыпать землей. Этот прием дает возможность предотвратить выход мух из личинок, которые живут и окукливаются в выгребных ямах.

Возбудители дизентерии, холеры и некоторых других кишечных заболеваний плохо переносят действие прямого солнечного света и высушивание. Они легко уничтожаются хлорной известью, карболовой кислотой и другими дезинфицирующими средствами.

Причиной заражения инфекционным кишечным заболеванием может стать неправильное хранение продуктов: сырое мясо, рыба, птица не должны находиться рядом с продуктами, употребляемыми в пищу без термической обработки (сыр, колбаса, вареное мясо и т. д.). Нельзя сырые продукты разделывать на тех же кухонных досках, что и овощи для салатов, хлеб, сыр, колбасу. Готовые и сырые продукты должны храниться раздельно.

Желудочно-кишечные инфекции нередко называются болезнями грязных рук. Возбудители инфекционных болезней попадают на вещи и продукты питания, с них — на руки, а с рук — в рот.

**Ботулизм, анаэробы, сальмонеллез, холера, холерный вибрион, карантин, диарея, дизентерия, дизентерийная палочка, дезинфицирующие средства.**

?

**1.** Каковы правила приема пищи?
**2.** Какое значение имеет кулинарная обработка пищи?
**3.** Салат, винегрет, мясные и овощные отвары усиливают сокоотделение гуморальным путем. Как это происходит?
**4.** Какое значение для пищеварения имеют балластные вещества?
**5.** По каким признакам можно судить о недоброкачественности пищевых продуктов?
**6.** Какие меры предосторожности помогут избежать заболевание ботулизмом?
**7.** В чем опасность сальмонеллеза?
**8.** Как уберечься от дизентерии и холеры?

## *Основные положения главы 8*

Пища является строительным материалом и источником энергии. Ее поступление необходимо для поддержания пластического и энергетического обмена. Но пищевые белки, жиры и углеводы не могут непосредственно стать частью нашего тела, поскольку из-за тканевой несовместимости они будут уничтожены иммунной системой. Необходима их предварительная переработка.

Пищеварение — это сложный ферментативный процесс, при котором сложные пищевые вещества путем физической и химической переработки переходят в более простые органические вещества, которые поступают в кровь и участвуют в клеточном обмене.

Процессы пищеварения осуществляются органами пищеварительной системы. Пищеварительный тракт состоит из пищеварительного канала (ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, тонкой и толстой кишки) и пищеварительных желез (слюнных, желудочных, поджелудочной, кишечных и печени с желчным пузырем). В состав пищеварительных соков входят ферменты. Вещества, на которые они действуют, называются субстратом. Каждый фермент способен действовать на свой субстрат при определенных условиях (температура, кислотно-щелочное равновесие и др.).

Переваривание пищи происходит автоматически и не контролируется нашей волей. Оно регулируется безусловными

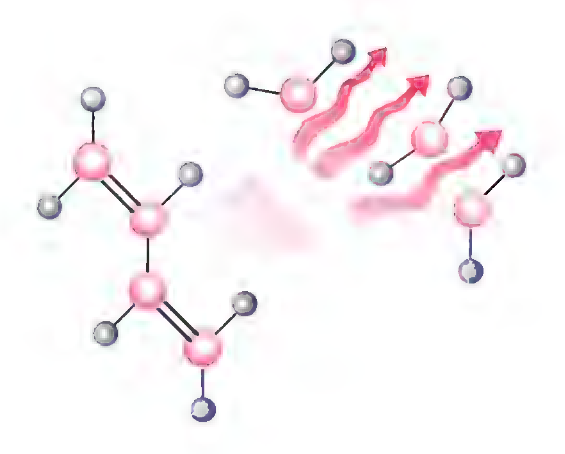
и условными рефлексами, а также гуморальным путем. Всасывание питательных веществ осуществляется ворсинками тонкой кишки, а окончательное всасывание воды, минеральных солей и витаминов происходит в толстой кишке. Переваривание пищи частично осуществляется полезными микроорганизмами, находящимися в кишечнике.
Попадание болезнетворных микроорганизмов в пищеварительный канал может вызвать ряд тяжелых заболеваний, а недоброкачественная пища может стать причиной отравления. Для предупреждения отравлений и пищевых инфекций надо соблюдать правила гигиены.

**Превращение пищевых веществ в органах пищеварения**

| Пищевые вещества, субстраты | Органы пищеварительного канала | Пищеварительные железы, ферменты | Конечные продукты |
|---|---|---|---|
| Сложные углеводы (крахмал) | Ротовая полость | Ферменты слюнных желез (амилаза) | Глюкоза |
| | Двенадцатиперстная кишка и другие отделы тонкой кишки | Ферменты поджелудочной железы и кишечных желез | |
| Белки | Желудок | Ферменты желудочного сока (пепсин) | Аминокислоты |
| | Двенадцатиперстная кишка и другие отделы тонкой кишки | Ферменты поджелудочной железы (трипсин), желчь печени | |
| Жиры | Двенадцатиперстная кишка и другие отделы тонкой кишки | Ферменты поджелудочной железы (липаза), желчь печени | Глицерин и жирные кислоты |

Глава 9

# Обмен веществ и энергии



## Из этой главы вы узнаете

*о подготовительной, основной и заключительной фазах обмена, о превращениях белков, жиров и углеводов в организме, о значении воды и минеральных солей, об энерготратах организма и энергетической емкости пищевых веществ, о правилах рационального питания и значении витаминов*

## Вы научитесь

*составлять пищевые рационы в зависимости от энергетических трат, проводить функциональные пробы с задержкой дыхания до и после нагрузки, позволяющие определить особенности энергетического обмена при выполнении работы*

# § 36. Обмен веществ и энергии — основное свойство всех живых существ

**1. Что такое обмен веществ?**
**2. Где происходит пластический и энергетический обмен?**
**3. Какова роль белков, жиров и углеводов в обмене веществ и энергии?**
**4. Почему необходима вода, макро- и микроэлементы для организма человека?**

**Основное свойство живых существ.** Обмен веществ — это совокупность протекающих в живых организмах химических превращений, обеспечивающих их рост, развитие, процессы жизнедеятельности, воспроизведение потомства, активное взаимодействие с окружающей средой.

Во всех живых организмах, от самых примитивных до самых сложных, каким является человек, основа жизни — это обмен веществ и энергии. Благодаря ему каждый организм не только поддерживает свое существование, но развивается и растет. Обмен веществ определяет цикличность жизни: рождение, рост и развитие, старение и смерть.

Организм животных и человека получает готовые органические вещества с пищей. Но чтобы эти соединения могли включиться в обмен, они должны быть расщеплены на элементарные части. Этот процесс и осуществляется, как вы уже знаете, в системе органов пищеварения.

Пищеварение, транспортировка питательных веществ и кислорода есть лишь *подготовительная фаза* обмена веществ. Создание специфических для организма веществ и структур, как и биологическое окисление органических веществ, обеспечивающих организм энергией, происходит в клетках тела и осуществляется по программе, заложенной в их наследственном аппарате.

**Пластический и энергетический обмен.** Как уже было сказано, под пластическим обменом понимают такие процессы, в ходе которых в клетках создаются новые соединения и новые структуры, характерные для данного организма. Под энергетическим обменом понимают такие превращения энергии, в ходе которых в результате биологического окисления выделя-

ется энергия, необходимая для жизнедеятельности клеток, тканей и всего организма в целом.

Результатом биологического окисления является образование углекислого газа, аммиака, соединений фосфора, натрия, хлора, которые выводятся из организма. Это заключительная стадия обмена веществ. Она осуществляется кровью, легкими, потовыми железами, органами мочевыделения.

**Обмен белков.** Пищевые белки в ходе подготовительной стадии обмена расщепляются сначала в желудке пепсином, а затем в двенадцатиперстной кишке ферментом поджелудочной железы трипсином до аминокислот. Аминокислоты через кровеносные капилляры ворсинок поступают в печень. Здесь избыточные аминокислоты теряют свой азот и превращаются в жиры и углеводы. В клетках из аминокислот строятся белки тела.

Белки входят в состав ядер, цитоплазмы и мембран клеток. Они являются ферментами, входят в состав антител. Белки принимают участие в свертывании крови (фибриноген) и в транспортировке газов (гемоглобин). Белки входят в состав костей. Белки способны к биологическому окислению с выделением энергии, которая может быть использована организмом. Таким образом, белки в организме выполняют *структурно-пластическую, опорную, каталитическую, защитную, транспортную, антитоксическую* и *энергетическую* функции.

**Обмен жиров.** В органах пищеварения во время подготовительной фазы обмена жиры распадаются на глицерин и жирные кислоты. В эпителии кишечника синтезируется жир, характерный для организма, и через лимфатическую систему направляется в жировые депо и клетки, где он используется как запасное вещество и строительный материал.

Жиры в организме выполняют много функций. Они входят в состав клеточных мембран, в них растворяются некоторые витамины. Из жиров образуются некоторые гормоны и биологически активные вещества. Их производные участвуют в работе синапсов — особых образований, через которые передаются возбуждающие или тормозящие сигналы от одной нервной клетки к другой или от нервной клетки к исполнительному органу.

В организме человека жиры выполняют защитную роль, предохраняя важные органы от сотрясений. Жиры — хорошие теплоизоляторы. Выделяемые кожными сальными железами жиры делают кожу мягкой, эластичной и водонепроницаемой.

Жиры являются богатым источником энергии. При окислении они выделяют больше энергии, чем белки и углеводы вместе взятые. При распаде жиров не только выделяется много энергии, но и образуется много воды, что необходимо для поддержания водного обмена.

Итак, жиры выполняют *структурно-пластическую, регуляторную, теплоизоляционную* и *энергетическую* функции.

**Обмен углеводов.** Сложные углеводы начинают распадаться в ротовой полости под действием фермента слюны — *амилазы.* В двенадцатиперстной кишке под действием ферментов, выделяемых поджелудочной железой, они расщепляются до глюкозы и других простых углеводов. В тонкой кишке продукты распада всасываются кишечными ворсинками в кровь и направляются в печень. Здесь излишки сахаров задерживаются и превращаются в гликоген и другие соединения, а оставшаяся часть глюкозы в необходимом количестве направляется в кровь и распределяется между клетками тела.

В организме глюкоза прежде всего является источником энергии. В частности, головной мозг может функционировать только в том случае, если к нему в качестве энергетического материала поступает глюкоза. Распадаясь на углекислый газ и воду, она освобождает энергию молекулярных связей, которая используется на многие нужды, в том числе и на передачу нервных импульсов.

В составе нуклеиновых кислот углеводы участвуют в передаче наследственной информации. Межклеточное вещество ряда соединительных тканей содержит и углеводы. Большое значение они имеют и в защите организма от некоторых ядовитых веществ. Углеводы взаимодействуют в печени со многими ядовитыми соединениями, переводя их в безвредные и легко растворимые вещества. Итак, углеводы выполняют *структурно-пластическую* и *защитную* функции, а также используются в качестве *источника энергии.*

**Обмен воды в организме.** Вода — универсальный растворитель. Все жизненные процессы, все биохимические реакции происходят в водной среде. Внутренняя среда человека содержит до 90% воды. Вода в организме либо химически связана с другими соединениями, либо содержит в себе растворенные минеральные соли и органические вещества.

Пищеварительные соки содержат воду. Транспорт питательных веществ и кислорода осуществляется в жидкой среде. Продукты распада тоже выносятся водой. Таким образом,

в организме поддерживается определенный баланс между поступающей и выделяемой водой. В среднем человек потребляет и выделяет около 1,7—2,2 л воды ежедневно. Выделение воды происходит не только через почки, но также и путем потоотделения, при дыхании.

Сохранение водно-солевого равновесия очень важно для организма. Если концентрация солей в крови и тканевой жидкости станет больше нормальной, вода будет выходить из клеток и они могут погибнуть от обезвоживания. Если концентрация солей в тканевой жидкости и крови будет меньше, чем в клетках, вода будет поступать в клетки. Они начнут разбухать, их нормальная работа будет нарушена.

**Обмен минеральных солей.** Ни вода, ни минеральные соли не являются источниками энергии, но они необходимы для осуществления важных функций организма. Минеральные соли содержатся в клеточных ядрах и цитоплазме, в жидкостях, образующих внутреннюю среду, в пищеварительных соках и других биологических жидкостях.

В зависимости от величины потребностей организма в минеральных солях входящие в них элементы подразделяются на макро- и микроэлементы. К *макроэлементам* относят кальций, калий, натрий, фосфор, хлор. На 100 г тканей приходятся десятки и сотни миллиграммов макроэлементов. *Микроэлементов* значительно меньше: в среднем в 100 г ткани могут быть обнаружены десятые, сотые, а то и тысячные доли миллиграммов этих веществ. К микроэлементам относятся железо, кобальт, цинк, фтор, йод и другие элементы.

Минеральные соли необходимы для поддержания кислотно-щелочного равновесия в клетках тела и во внутренней среде организма.

**Подготовительная, основная, заключительная стадии обмена, заменимые и незаменимые аминокислоты, амилаза, микроэлементы и макроэлементы.**



1. Почему обмен веществ считают основным свойством живой природы?
2. Что относят к подготовительной, основной и заключительной стадиям обмена?
3. Какие функции в организме выполняют белки?
4. Какую роль играют жиры?
5. Каковы функции углеводов?

6. Как в организме происходит обмен белков, жиров и углеводов?
7. Какие функции выполняет в организме вода?
8. Почему концентрация солей во внутренней среде организма и клетках должна поддерживаться на определенном уровне?
9. Какие элементы относятся к макроэлементам, а какие — к микроэлементам?

## § 37. Витамины

**1. Почему витамины необходимы организму?**
**2. Какие витамины относят к водорастворимым, а какие — к жирорастворимым?**
**3. Как сохранить витамины при кулинарной обработке пищи?**

**Роль витаминов в обмене веществ.** *Витаминами* называют поступающие с пищей органические вещества, необходимые для регуляции обмена веществ и нормального течения процессов жизнедеятельности (рис. 82).

За редким исключением витамины не вырабатываются в организме человека, а синтезируются растениями и животными, которые служат ему пищей.

При недостатке того или иного витамина активность соответствующего фермента снижается. Соответственно реакции, которые он катализирует, замедляются или прекращаются полностью. Вследствие этого обмен веществ нарушается, развивается болезнь. Действие витаминов специфично, нельзя вместо недостающего витамина употреблять другой. Недостаток витаминов ведет к особому нарушению обмена веществ — *гиповитаминозу*. В некоторых случаях гиповитаминозы развиваются при достаточном содержании витаминов в пище, но при плохом их усвоении органами пищеварения.

В настоящее время известно более 25 витаминов. Их обозначают буквами латинского алфавита: A, B, C, D и т. д. Некоторые из них образуют целые группы, например витамины группы B. Для того чтобы было понятно, о каком конкретно витамине идет речь, внизу справа ставят цифру: например, витамин $B_1$, $B_{12}$. Все витамины делятся на две большие группы: *водорастворимые* и *жирорастворимые*.

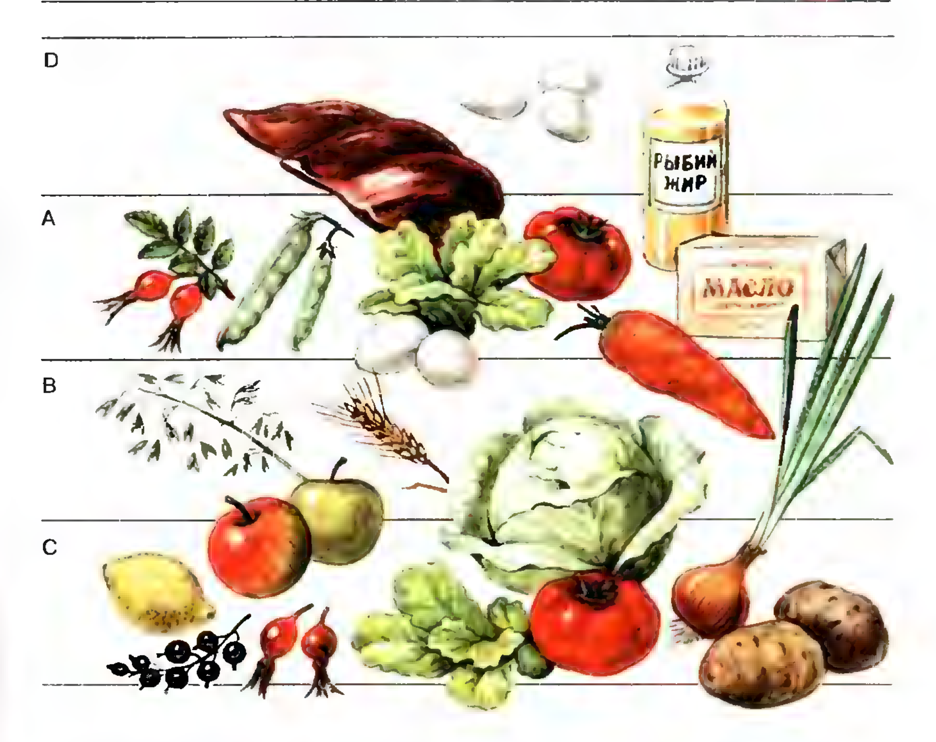



**Рис. 82.** *Содержание витаминов D, A, B, C в пищевых продуктах*

**Водорастворимые витамины.** Наиболее известен из этой группы *витамин С* (*аскорбиновая кислота*). Многие дети его любят за приятный вкус, но не все знают, насколько он важен для здоровья.

Витамин С входит в состав многих ферментов, в частности тех, которые участвуют в синтезе белков соединительной ткани, а также антител. Он предохраняет от ненужного окисления клеточные мембраны и другие важные органоиды клетки.

При отсутствии витамина С в пище развивается тяжелый *авитаминоз — цинга*. При этом человек слабеет, его устойчивость к инфекциям и неблагоприятным факторам окружающей среды снижается, десны кровоточат, зубы начинают шататься и выпадают. При длительном лишении витамина С человек погибает. Многие морские экспедиции в свое время оказались неудачными именно потому, что моряки не могли во время плавания добыть свежие овощи и фрукты, в которых этот витамин содержится в большом количестве.

Витамина C особенно много в плодах шиповника и черной смородины, в лимонах, капусте (в том числе квашеной). Ежедневно человеку необходимо получать с пищей 50—100 мг витамина C. Во время инфекционных заболеваний эту дозу следует увеличивать в 3—5 раз, так как витамин C участвует в работе ферментов, способствующих образованию антител.

Водорастворимыми являются и *витамины группы* B, которая насчитывает свыше 15 витаминов (номера им давались в порядке открытия). *Витамин* $B_1$ участвует в работе окислительных ферментов. Из-за недостатка витамина $B_1$ в нервной и мышечной тканях происходит накопление ядовитых соединений. Это ведет к развитию болезни *бери-бери*, которая сопровождается параличами и судорогами. Возникает также сердечная недостаточность, мышечная слабость, отеки.

$B_1$ — первый из витаминов группы B, ставший известным науке. Он содержится в различных продуктах, но особенно много его в оболочках зерен злаковых растений, в таких продуктах, как черный и белый хлеб из муки грубого помола, зеленый горошек, гречневая и овсяная крупы.

Ранними признаками $B_1$-гиповитаминоза являются повышенная возбудимость, раздражительность, нарушение сна, снижение памяти, внимания, работоспособности.

*Витамин* $B_2$ входит в состав ферментов, влияющих на состояние эпителия, особенно эпителия пищеварительного канала, в окислительно-восстановительных реакциях, которые влияют на функции слизистой оболочки ротовой полости, языка и других пищеварительных органов. При недостатке в пище витамина $B_2$ воспаляется слизистая оболочка ротовой полости, появляются трещинки в углах рта, нарушается зрение, воспаляются белки глаз и внутренняя поверхность век. Кроме того, появляется малокровие, поскольку витамин $B_2$ участвует в процессах кроветворения. Витамин $B_2$ содержится в молоке, сыре и других молочных продуктах, яйцах, печени, почках, гречневой крупе. Эти продукты лучше держать в темноте, так как ультрафиолетовые лучи разрушают витамин $B_2$.

*Витамин* $B_{12}$. До его открытия не было эффективных способов лечения злокачественного малокровия — тяжелой болезни, быстро приводившей к смерти. Выяснилось, что при дефиците витамина $B_{12}$ не образуются ферменты, ответственные за созревание клеток крови в костном мозге. Витамин $B_{12}$ содержится исключительно в продуктах животного происхождения — печени, яичных желтках, в кисломолочных продуктах. В своем

составе витамин $B_{12}$ содержит микроэлемент кобальт. Потребность в этом витамине не превышает 0,2 мг в день.

**Жирорастворимые витамины.** Среди жирорастворимых витаминов большое значение имеет *витамин* А. Он необходим для нормального роста эпителиальных тканей. Кроме того, участвует в работе ферментов при образовании зрительного пигмента *родопсина*, благодаря которому возможно зрение в сумерках. При недостатке в пище витамина А снижается устойчивость эпителиальных тканей к раздражающим факторам, происходит изъязвление кожи и слизистых оболочек, возникает «куриная слепота» — неспособность видеть в слабоосвещенном помещении.

Содержится витамин А в продуктах животного происхождения: печени, сливочном масле, сырах. В растениях этого витамина нет, но есть вещество, из которого организм может его синтезировать. Это желтый пигмент *каротин*. Он содержится в моркови и красном перце, абрикосах, тыкве, в других овощах и фруктах красного цвета.

Каротин лучше усваивается после варки овощей. Он превращается в витамин А в тонких кишках и в печени. Суточная потребность в витамине А около 1 мг. Следует учитывать, что без жиров каротин плохо всасывается. Поэтому овощи, содержащие каротин, лучше потреблять в виде салатов, сдобренных растительным маслом.

*Витамин* D необходим для нормального развития костей. При его недостатке развивается *рахит*: кости теряют прочность и искривляются, снижается тонус мышц, организм становится менее устойчивым к инфекционным заболеваниям. Особенно страдают от рахита грудные дети, но рахит может встречаться и в другие возрастные периоды. Эти нарушения обмена веществ происходят потому, что без витамина D не функционируют ферменты, способствующие всасыванию кальция из кишечника в кровь и поступлению его из крови в кости. При этом нарушается и обмен фосфора. В результате этого кости более подвержены искривлению, например ноги под тяжестью тела становятся либо О-образными, либо Х-образными.

Большое количество витамина D содержится в рыбьем жире, печени, яичном желтке. Витамин D — один из немногих витаминов, способных синтезироваться в организме. Он образуется в коже под влиянием ультрафиолетовой части солнечного спектра, и потому недостаток солнечного света также способствует развитию рахита. Для предупреждения и лечения

рахита используется облучение детей кварцевой лампой, а также продукты, богатые витамином D. Широко применяются и аптечные препараты этого витамина.

*Витамин* Е необходим для нормального функционирования органов размножения. Он также принимает участие в процессах роста и развития организма. Содержится он, как и витамины А и D, в яичном желтке, печени, рыбьем жире.

**Рациональное использование витаминов**. При тепловой обработке пищи часть содержащихся в ней витаминов разрушается, особенно витамины группы В и С. Их разрушает не только высокая температура, но и соприкосновение с металлом. Кроме того, витамин С легко окисляется кислородом воздуха. Потеря витаминов происходит и при длительном хранении заранее приготовленной пищи. В течение всего года следует по возможности разнообразить рацион за счет свежей зелени — салата, укропа, петрушки.

При использовании препаратов витаминов необходимо руководствоваться указанными суточными дозами, так как многие из витаминов при неумеренном потреблении вредны.

---

**Авитаминоз, гиповитаминоз, водорастворимые витамины В и С, цинга, бери-бери, $B_1$-гиповитаминоз, витамины $B_2$, $B_{12}$, жирорастворимые витамины А и D, витамин Е, родопсин, «куриная слепота», каротин, витамин D, рахит.**

---



1. Какое значение в организме имеют витамины?
2. Могут ли витамины синтезироваться в организме?
3. Можно ли заменить недостаток одного витамина избытком другого?
4. На какие две группы делятся витамины в зависимости от их растворимости?
5. Поясните разницу в понятиях: гиповитаминоз и авитаминоз.
6. Как проявляется цинга? С чем она связана? Почему раньше ею часто болели мореплаватели?
7. В каких продуктах находятся витамины группы В? Каково их значение?

!

1. Недостаток какого витамина вызывает «куриную слепоту»?
2. Недостаток какого вещества приводит к рахиту и как уберечь детей от этой болезни?

# § 38. Энерготраты человека и пищевой рацион

**1. Что такое основной и общий обмен?**
**2. Какова зависимость энерготрат от физической нагрузки человека?**
**3. Какова энергетическая емкость белков, углеводов и жиров?**

**Основной обмен.** В зависимости от интенсивности мышечной работы, от времени, прошедшего с момента предшествующего приема пищи, от температуры окружающей среды обмен веществ и энерготраты организма постоянно меняются. Как определить постоянный уровень обмена веществ, позволяющий судить о какой-то физиологической норме? Для этой цели было принято измерять наименьшие энерготраты человека в определенных стандартных условиях.

Условия эти таковы: измерение должно проводиться после суточного голодания и исключения из рациона белковых продуктов в течение трех дней — утром, после сна, при температуре комфорта (то есть когда не холодно и не жарко). Человек должен находиться в состоянии полного психического покоя: читать, писать и совершать какую-то умственную или физическую работу нельзя, спать тоже нельзя, так как во время сна уровень энерготрат может стать ниже.

Интенсивность обмена веществ при соблюдении упомянутых стандартных условий называется *основным обменом*. Он зависит от возраста, пола и генетических особенностей организма. При некоторых заболеваниях основной обмен может становиться выше или ниже нормы, что может служить важным диагностическим признаком. У мужчин основной обмен несколько выше, чем у женщин. У детей он больше, чем у взрослых, что связано с процессами роста и развития. К старости основной обмен снижается.

**Общий обмен.** Фактические энерготраты, совершаемые человеком за единицу времени, называются *общим обменом*. Они значительно превышают основной обмен, потому что часть энергии расходуется на мышечную работу, еду и переваривание пищи, на борьбу с жарой или холодом. Чтобы представить себе реальный расход энергии, приведем следующие данные (в таблице представлена затрата энергии на 1 кг массы тела в час).

| Вид деятельности | ккал | кДж |
|---|---|---|
| Сон | 0,93 | 3,9 |
| Положение в кровати после сна (лежа) | 1,1 | 4,6 |
| Положение в кровати после сна (сидя) | 1,4 | 5,9 |
| Вставание с кровати | 1,5 | 6,3 |
| Подметание пола щеткой (около 40 взмахов в минуту) | 2,4 | 10,2 |
| Ходьба со скоростью 6 км/ч | 4,2 | 17,3 |
| Пилка дров | 6,4 | 26,9 |
| Косьба ручной косой | 8,6 | 35,9 |
| Спортивная ходьба | 9,0 | 37,7 |

В таблице подметание пола соответствует легкой работе, ходьба со скоростью 6 км/ч — работе средней тяжести, пилка дров — тяжелой работе, косьба ручной косой и спортивная ходьба — очень тяжелой работе. Из таблицы видно, как с увеличением интенсивности физического труда растут энерготраты. Понятно, что энергоемкость (калорийность) продуктов питания должна соответствовать энергетическим тратам.

**Энергетическая емкость (калорийность) пищи.** Усваивая белки, жиры и углеводы, организм получает не только необходимые вещества, но и энергию, которая в этих веществах содержится. Молекулы простых углеводов, аминокислот и глицерина с жирными кислотами обладают довольно большой энергией. Установлено, что при распаде 1 г белка или 1 г углеводов освобождается 4,1 ккал, или 17,18 кДж, а при распаде 1 г жиров 9,3 ккал, или 38,96 кДж.

**Нормы питания.** Количество питательных веществ и их состав определяются исходя из энерготрат человека, состояния его здоровья, возраста, пола, характера выполняемой работы. Так, здоровому взрослому человеку, выполняющему работу средней тяжести, необходимо получать в сутки с пищей 100—110 г белков, 60—80 г жира, 400—500 г углеводов. При тяжелой физической работе питательных веществ требуется примерно в полтора раза больше. Для ребенка или подростка в связи с ростом и развитием требуется примерно на 30% энергии больше, чем затратил организм. Это необходимо для образования новых веществ, клеток и тканей.

Помимо энергоемкости пищи необходимо учитывать ее качественный состав, особенно содержание незаменимых ами-

нокислот, так как вторые могут синтезироваться печенью, а первые — нет (см. § 33). *Незаменимых* аминокислот много в белках животного происхождения, таких как мясо, творог, куриные яйца. В пище растительного происхождения этих аминокислот значительно меньше. Поэтому белки злаковых растений, например пшеницы, ржи, кукурузы, считаются неполноценными. Белки бобовых растений по составу незаменимых аминокислот ближе к белкам мяса.

Полноценными и неполноценными для питания могут быть и жиры. Организму необходимы в первую очередь те из них, которые имеют в своем составе *ненасыщенные жирные кислоты*, молекулы которых могут присоединять к себе другие элементы. Большое количество ненасыщенных жирных кислот содержится в растительном масле — подсолнечном, оливковом, конопляном. В твердых жирах их тем меньше, чем выше температура их плавления. Например, в сливочном масле ненасыщенных жирных кислот больше, чем в бараньем сале.

Углеводы необходимы человеческому организму не только в виде сахара (варенье, конфеты), но и в виде крахмала (картофель, хлеб).

Человек нуждается в смешанной пище: примерно $^1/_3$ получаемых им белков должна быть животного происхождения, а $^1/_3$ жиров — растительного происхождения. Белки животной пищи усваиваются примерно на 97%, растительной — на 85%, смешанной — на 92%. Чем разнообразнее пища, тем она лучше усваивается.

**Режим питания.** Расход энергии изменяется в соответствии с величиной физической и умственной нагрузки. Поэтому наиболее целесообразно для взрослых здоровых людей трехразовое питание. Для детей и подростков рекомендуется четырехразовое питание. При этом завтрак должен содержать примерно 30—35% суточного рациона, обед — 40—45%, ужин — около 20%. Второй завтрак или полдник (в зависимости от распорядка дня) — 10—12%. Мясные и рыбные блюда лучше потреблять в первой половине дня, так как продукты их расщепления возбуждающе действуют на нервную систему.

**Основной обмен, общий обмен, энерготраты организма, энергетическая емкость пищевых продуктов (калорийность), нормы питания, ненасыщенные жирные кислоты.**



1. В чем различие между основным и общим обменом?
2. Что такое энергетическая емкость пищи?
3. Какие продукты содержат больше незаменимых аминокислот, а какие — больше ненасыщенных жирных кислот?
4. В чем преимущество смешанного рациона, включающего растительную и животную пищу?
5. Как рассчитываются нормы питания и подбираются продукты рациона?
6. Как распределяются количество и состав пищи в течение дня?

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

## ***Установление зависимости между нагрузкой и уровнем энергетического обмена по результатам функциональной пробы с задержкой дыхания до и после нагрузки (может быть выполнена дома)***

*Оборудование*: секундомер или часы с секундной стрелкой.

*Предварительные замечания.* Известно, что на интенсивность дыхания влияют продукты распада, в частности углекислый газ, который образуется в результате биологического окисления. Он гуморально влияет на дыхательный центр. При задержке дыхания обмен веществ в тканях не прекращается и углекислый газ продолжает выделяться. Когда его концентрация в крови достигает определенного критического уровня, происходит непроизвольное восстановление дыхания. Если задержать дыхание после работы, например после 20 приседаний, то оно восстановится скорее, потому что во время приседаний биологическое окисление происходит более интенсивно, и углекислого газа к началу второй задержки дыхания накапливается больше.

Однако у тренированных людей различие между этими результатами будет меньшим, чем у нетренированных. Одной из причин является то, что у нетренированных людей обычно наряду с мышцами, обеспечивающими нужное движение, сокращается множество других мышц, которые к нему не имеют отношения. Лишние движения затормаживаются в процессе тренировки благодаря более совершенной регуляции со стороны нервной системы. Таким образом, эта функциональная проба показывает не только состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем человека, но и степень его тренированности.

*Протокол опыта* (время измеряется в секундах)

1. Время задержки дыхания в состоянии покоя (А).
2. Время задержки дыхания после 20 приседаний (Б).

3. Процентное отношение второго результата к первому $^{Б}/_{А}\times 100\%$.
4. Время задержки дыхания и восстановления дыхания после минутного отдыха (В).
5. Процентное отношение третьего результата к первому $^{В}/_{А}\times 100\%$.

*Ход работы*

1. В положении сидя задержите дыхание при вдохе на максимальный срок. Включите секундомер (предварительное глубокое дыхание перед опытом не допускается!).
2. Выключите секундомер в момент восстановления дыхания. Запишите результат. Отдохните 5 мин.
3. Встаньте и сделайте 20 приседаний за 30 с.
4. Вдохните, быстро задержите дыхание и включите секундомер, не дожидаясь, пока дыхание успокоится, сядьте на стул.
5. Выключите секундомер при восстановлении дыхания. Запишите результат.
6. Спустя минуту повторите первую пробу. Результат запишите.
7. Сделайте в тетради расчеты по формулам, приведенным в пунктах 3 и 5 протокола. Сравните свои результаты с таблицей и определите, к какой категории вы смогли бы отнести себя.

**Результаты функциональной пробы с задержкой дыхания до и после нагрузки для различных по степени тренированности категорий испытуемых**

| Категории испытуемых | Задержка дыхания (В) | | |
|---|---|---|---|
| | А — в покое | В — после работы | С — после отдыха |
| | | $^{Б}/_{А}\times 100\%$ после 20 приседаний | $^{В}/_{А}\times 100\%$ после отдыха |
| Здоровые тренированные | 46—60 с | Более 50% от первого результата | Более 100% от первого результата |
| Здоровые нетренированные | 36—45 с | 30—50% от первого результата | 70—100% от первого результата |
| С отклонениями в состоянии здоровья | 20—35 с | Менее 30% от первого результата | Менее 70% от первого результата |

*Ответьте на вопросы*:

Почему при задержке дыхания в крови накапливается углекислый газ?

Почему при определенной концентрации углекислого газа в крови дыхание восстанавливается непроизвольно?
Как углекислый газ воздействует на дыхательный центр?
Почему эти воздействия называются гуморальными?
Почему после работы удается задержать дыхание на меньшее время, чем в состоянии покоя?
Почему у тренированного человека энергетический обмен происходит более экономно, чем у человека нетренированного?

## *Основные положения главы 9*

Под обменом веществ и энергии имеют в виду совокупность химических и энергетических процессов, протекающих в организме и обеспечивающих его жизнедеятельность, активное взаимодействие с окружающей средой, рост, развитие и воспроизведение потомства.

Подготовительная стадия обмена заключается в переваривании пищи, дыхании, транспортировке кислорода и питательных веществ к клеткам и тканям тела.

Основная стадия обмена веществ происходит в клетках тела. Она состоит из двух связанных между собой процессов:
**пластического обмена**, за счет которого синтезируются вещества, необходимые организму, его клеточные и неклеточные структуры;
**энергетического обмена**, в результате которого накопленная в органических веществах энергия выделяется в результате их биологического окисления и используется организмом для процессов жизнедеятельности.

Заключительная стадия обмена состоит в выведении из организма продуктов окисления и распада.

Все процессы в организме, связанные с обменом веществ и энергии, протекают с участием ферментов. Для их образования необходимы витамины, большинство из которых поступает вместе с пищей. Полное отсутствие витамина вызывает авитаминоз, недостаточное количество — гиповитаминоз.

Различают основной обмен, энерготраты, совершаемые организмом в состоянии покоя, и общий обмен — фактические энерготраты человека в реальной жизни. Между энерготратами организма и энергетической емкостью (калорийностью) потребляемых им пищевых продуктов должно быть определенное соответствие (баланс). Он учитывается при составлении пищевых рационов, также учитывается состав и качество белков, жиров, углеводов, воды, минеральных солей, поступающих с пищей. Они должны компенсировать затраты и обеспечивать нормальное функционирование организма.

Глава 10

# Покровные органы. Терморегуляция. Выделение



## Из этой главы вы узнаете,

*как кожные покровы защищают организм от потери влаги и проникновения микроорганизмов, как поддерживается температура тела, как удаляются жидкие продукты распада и регулируется содержание питательных веществ в крови*

## Вы научитесь

*ухаживать за кожей, волосами, ногтями, следить за одеждой и обувью, предупреждать заболевания кожи, оказывать помощь при ожогах и обморожениях, при тепловом и солнечном ударе, закаливать организм, предупреждать заболевания почек*

# § 39. Кожа — наружный покровный орган

**1. В чем состоит барьерная функция кожи?**
**2. Какие ткани определяют функцию эпидермиса, дермы и гиподермы?**
**3. Какое строение имеют волосы и ногти?**
**4. В каких функциях организма участвует кожа?**

**Наружные покровы тела человека** состоят из кожи и ее производных — волос и ногтей. К наружным покровам относятся слизистые оболочки, которые выполняют барьерную функцию.

Клетки внутренних органов находятся в жидкой среде, через которую они получают питательные вещества и кислород и в которую отдают продукты своей жизнедеятельности. Кожа служит границей, отделяющей внутреннюю среду организма от внешней среды.

**Строение и функции кожи.** В коже человека выделяют три слоя: наружный — эпидермис, средний — дерму (собственно кожу), внутренний — гиподерму (подкожную клетчатку).

*Эпидермис* образован многослойным эпителием. Клетки его внутреннего слоя размножаются, а клетки слоев, оттесняемых наружу, стареют, становясь все более плоскими и ороговевшими, а затем отмирают и слущиваются. При этом во внешнюю среду обращен слой мертвых клеток, выполняющих защитную функцию, а во внутреннюю — живых, активно размножающихся. Они содержат пигмент, от которого зависит цвет кожи. Пигмент задерживает ультрафиолетовые лучи солнечного спектра, защищая от них организм. Под влиянием солнечного света количество пигмента в коже увеличивается — кожа приобретает загар.

*Дерма* (собственно кожа) образована соединительной тканью, содержащей множество упругих волокон, которые придают ей эластичность — способность растягиваться и возвращаться в прежнее состояние. В этом слое кожи находятся рецепторы, *сальные* и *потовые железы, волосяные фолликулы*, кровеносные и лимфатические сосуды (рис. 83).

Рецепторы кожи воспринимают прикосновение, боль, температуру. Сальные железы выделяют секрет, который смазывает эпидермис и волосы, смягчая их. Потовые железы выде-

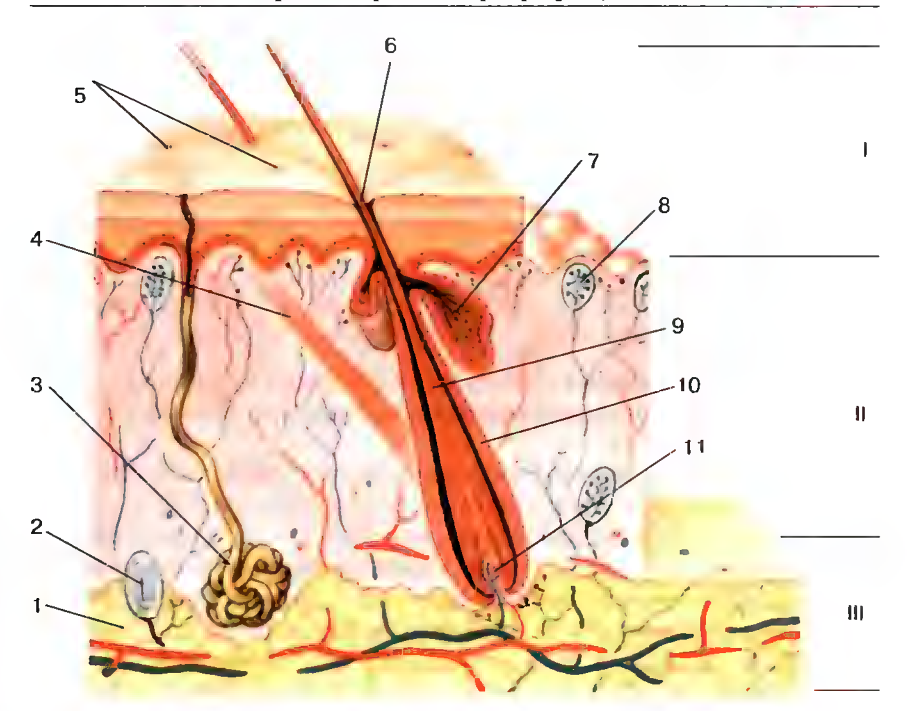



**Рис. 83.** *Строение и функции кожи:*
I — *эпидермис*; II — *собственно кожа* (*дерма*); III — *подкожная клетчатка* (*гиподерма*); 1 — *жировая ткань*; 2 и 8 — *рецепторы кожи*; 3 — *потовая железа*; 4 — *мышца, поднимающая волос*; 5 — *выходные отверстия потовых желез*; 6 — *стержни волос*; 7 — *сальные железы*; 9 — *корень волоса, волосяная луковица*; 10 — *волосяной фолликул*; 11 — *волосяной сосочек*

ляют на поверхность кожи *пот* — жидкость, в которой содержится некоторое количество поваренной соли, мочевины и других веществ, придающих поту соленый вкус и специфический запах. Испаряясь, пот охлаждает тело.

*Волосы* и *ногти* — кожные роговые образования. Корни волос — *волосяные луковицы* — находятся в волосяных фолликулах. Клетки, находящиеся в волосяных луковицах, непрерывно размножаются, что обеспечивает рост волос. К корням волос подходят кровеносные сосуды и нервные окончания, а также косо расположенные мышечные волокна. Их сокращение увеличивает угол наклона волоса по отношению к поверхности кожи. При понижении температуры окружающей среды происходит рефлекторное сокращение этих мышц,

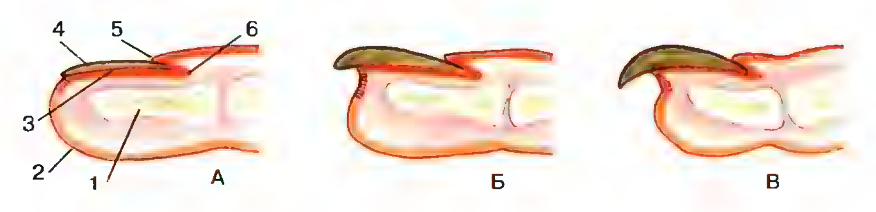



**Рис. 84.** *Строение ногтей:*
А — *ноготь человека;* Б — *ноготь обезьяны;* В — *коготь кошки:*
1 — *концевая фаланга;* 2 — *подушечка пальца;* 3 — *ногтевое ложе;*
4 — *ногтевая пластинка;* 5 — *ногтевой валик;* 6 — *корень ногтя*

и на поверхности кожи появляются бугорки («гусиная кожа»). Аналогичное явление наблюдается при испуге: волосы «встают дыбом».

Плотная соединительная ткань дермы служит опорой не только для волос, но и для ногтей. Ногтевое ложе находится на конечной фаланге пальца. Покрывающая его ногтевая пластинка прозрачна, за исключением корня ногтя, где заметна белая луночка. Она состоит из более плотной ткани. В ногтевой пластинке нет нервных окончаний и кровеносных сосудов, но ногтевое ложе богато ими. Растет ноготь с основания. Здесь и с боковых сторон края ногтя покрыты кожным валиком (рис. 84).

*Гиподерма* (*подкожная клетчатка*) выполняет функцию изолирующего слоя, препятствующего охлаждению тела. Она играет также роль амортизатора при ушибах, придает телу округлость, а также является энергетическим резервом.

**Защитная функция кожи.** Кожа обладает большой механической прочностью, поэтому она защищает от многих повреждений ткани, органы. Благодаря функции находящихся в коже рецепторов организм получает сигналы о нежелательных для него воздействиях, что позволяет избегать ранений, ожогов и отморожений.

Возбудители большинства заболеваний не могут проникнуть через здоровую кожу и слизистые оболочки во внутреннюю среду организма.

**Выделительная и дыхательная функции кожи** проявляются в способности участвовать в сохранении постоянства внутренней среды. Кожа не пропускает воду, благодаря чему тканевая жидкость сохраняется в организме. Избыток же воды, солей, продуктов обмена и различных шлаков выделяется через потовые железы наружу. Этот процесс, как и другие, строго регулируется. При нарушении деятельности почек кон-

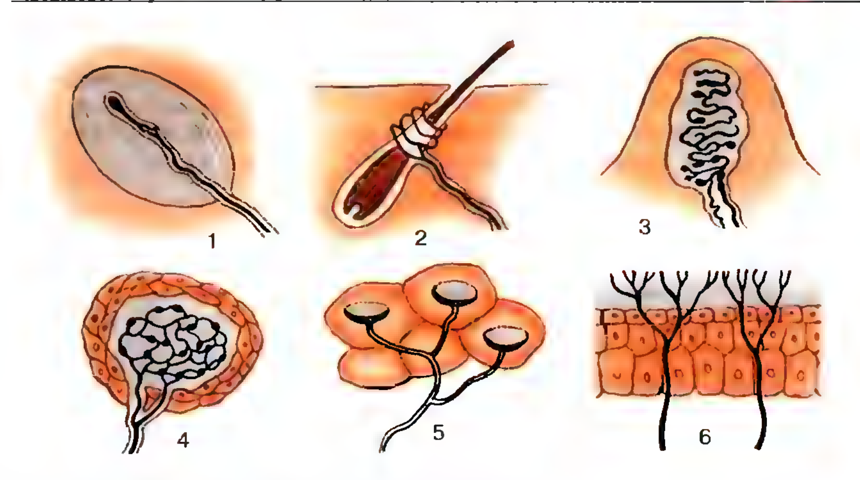



**Рис. 85.** *Рецепторы кожи, реагирующие на:*
1 — *прикосновения и вибрацию*; 2 — *деформацию волоса*; 3 — *тепло*; 4 — *холод*; 5 — *прикосновение и перемещение предмета*; 6 — *боль*

центрация солей натрия и калия в поту значительно возрастает. Через потовые железы происходит и газообмен: поглощается кислород и выделяется углекислый газ. Правда, в сравнении с легкими дыхательная функция кожи не имеет большого значения, но для самой кожи она полезна.

**Роль кожи в обменных процессах.** В коже сохраняются и при необходимости используются запасы питательных веществ и воды. Здесь же синтезируются вещества, необходимые для организма, в частности витамин D. По состоянию кожи можно судить о возможных нарушениях обмена веществ.

**Рецепторная функция кожи.** В коже много рецепторов, воспринимающих тепло и холод, прикосновение, давление, боль. Благодаря рецепторам, находящимся в мышцах и коже, человек определяет размеры, плотность, форму предметов. Особенно много рецепторов на кончиках пальцев (рис. 85).

**Участие кожи в теплорегуляции.** Благодаря потообразованию и изменениям просвета кровеносных сосудов происходит увеличение или уменьшение теплоотдачи. При высокой температуре окружающей среды теплоотдача возрастает, а при низкой — уменьшается.

**Эпидермис, дерма, гиподерма, сальные железы, потовые железы, волосы, ногти, терморегуляция.**



1. В чем проявляются защитная, выделительная и дыхательная функции кожи?
2. Почему образуется загар?
3. Какова роль кожи в обменных процессах и теплорегуляции?
4. В чем проявляется рецепторная функция кожи?

!

1. Рассмотрите под лупой тыльную поверхность руки. Она как бы разделена на ромбики и треугольники, на углах которых находятся поры, из них выходят стержни волос. Поры ведут в волосяные фолликулы, куда впадают протоки сальных желез. Объясните, почему ромбики и треугольники на поверхности кожи кажутся блестящими (это лучше заметно при большом увеличении).
2. Рассмотрите под лупой кожу ладонной поверхности кисти. Видны мелкие отверстия устий протоков потовых желез. Почему при волнении ладонные поверхности кисти оказываются влажными, а тыльные нет?
3. Обратите внимание на узоры подушечек пальцев. Они индивидуальны для каждого человека и потому используются в криминалистике. Под эпидермисом, в углублениях между бороздками особенно много осязательных рецепторов. Объясните, почему ощупывать предметы лучше подушечками пальцев.

## § 40. Уход за кожей. Гигиена одежды и обуви. Болезни кожи

**1. Каковы особенности кожи подростка и как следует учитывать их при уходе за кожными покровами?**
**2. Не противоречит ли мода гигиеническим требованиям к одежде?**
**3. Как отражается на состоянии кожи питание, гормональная регуляция в подростковом возрасте?**
**4. Как преодолеть грибковые заболевания?**
**5. Что надо делать при ожогах и обморожениях?**

**Уход за кожей.** Нормально выполнять свою функцию может лишь здоровая чистая кожа. Правильный уход за кожей предотвращает ее заболевания и преждевременное старение (снижение эластичности, образование морщин и складок, ухудшение

цвета). С поверхности кожи необходимо регулярно удалять выделения сальных и потовых желез. Умываться следует водой комнатной температуры, так как горячая вода снижает эластичность кожи, делает ее дряблой, а холодная нарушает нормальный отток выделений сальных желез, способствует закупорке их выводных протоков и образованию угрей.

В подростковом и юношеском возрасте усиливается потоотделение. Нередко пот за какое-то время приобретает неприятный запах. Поэтому необходимо регулярно мыть потеющие места. Потение ног нередко связано с плоскостопием, тесной, неудобной обувью. Нерегулярное мытье ног, редкая смена чулок и носков, а также употребление в пищу острых и пряных продуктов способствуют потению ног и появлению резкого неприятного запаха. Кроме того, при постоянном увлажнении и раздражении потом разрыхляется и частично повреждается эпидермис, возникают потертости и трещины, через которые в дерму проникают болезнетворные микроорганизмы. При этом образуются волдыри, язвы, появляются зуд, жжение и боль, а также повышенная утомляемость при ходьбе.

Необходимо следить, чтобы обувь всегда была сухой и нетесной. При сильном потении ног следует пользоваться имеющимися в аптеке специальными средствами ухода за кожей ног, содержащими смягчающие, вяжущие, дубящие вещества.

**Уход за ногтями и волосами.** Если нерегулярно обрезать ногти и не следить за их чистотой, под ними скапливается огромное количество болезнетворных микроорганизмов. Поэтому ногти на руках и ногах всегда должны быть аккуратно обрезаны.

Внешность человека во многом зависит от состояния волос. Здоровые волосы мягкие, эластичные, имеют естественный блеск. Основной способ ухода за волосами — регулярное мытье.

Для улучшения роста волос полезно время от времени немного подрезать их концы, особенно если они начинают расщепляться. На питании, а следовательно, и на росте волос неблагоприятно отражается переохлаждение: происходит сужение поверхностных кровеносных сосудов и ухудшение кровоснабжения.

**Гигиена одежды и обуви.** Одежда должна быть легкой и не стеснять движений. Плотные, не пропускающие воздух синтетические материалы оправдывают себя лишь в виде ветрозащитной наружной зимней куртки, надеваемой поверх теплого

шерстяного свитера. Ни одним из требований гигиены одежды нельзя пренебрегать ради моды. Следует помнить, что истинно модная одежда разумна и никогда не вступает в противоречие с интересами сохранения здоровья.

Обувь должна быть сухой, а зимняя — и теплой, так как охлаждение ног способствует возникновению простудных заболеваний. Тесная обувь сдавливает ногу, деформирует стопу, усиливает склонность кожи к потоотделению. Если обувь на резиновой подошве, в нее следует вложить войлочную стельку и регулярно следить, чтобы она не была влажной. Вредна обувь на очень высоком каблуке, так как неправильное положение стопы с опорой преимущественно на пальцы ведет к их деформации, резко уменьшает площадь опоры и устойчивость тела. В обуви на высоком каблуке легче потерять равновесие и подвернуть ногу, особенно если каблук тонок. Многие травмы ног связаны с неудобной обувью.

**Причины кожных заболеваний**

*Неправильное питание.* Избыточное питание ведет к тому, что кожа краснеет и приобретает сальный вид. Потребление алкогольных напитков и табака ведет к отечности и дряблости кожи, так как нарушается состояние кожных сосудов.

*Недостаток витаминов.* На состоянии кожи сказывается и недостаток витаминов. Так, при гиповитаминозе А кожа становится сухой, шероховатой. Недостаток витамина $B_2$ приводит к трещинам в углах рта («заедам»), ногти становятся ломкими. При недостатке витамина С возможны мелкоточечные кровоизлияния, связанные с повышенной проницаемостью мелких кровеносных сосудов.

*Гормональные нарушения.* Состояние кожных покровов в большой степени зависит от состояния эндокринной системы. У подростков в связи с половым созреванием может изменяться состав секрета сальных желез. Он становится более вязким и легко закупоривает отверстия выводных протоков этих желез. При попадании в них болезнетворных микробов происходит воспаление — образуются угри. Чтобы угрей было меньше, следует избегать жирной и горячей пищи, острых приправ, а также лучше следить за чистотой кожи.

**Грибковые и паразитарные заболевания кожи.** *Стригущий лишай* — одно из распространенных грибковых заболеваний кожи. Свое название он получил потому, что волосы на пораженных местах обламываются у корней и создается впе-

чатление, будто бы их выстригли. Существуют две формы этой болезни. Одна поражает лишь верхние слои кожи и встречается только у человека. Другая форма болезни более тяжелая, бывает и у людей, и у животных, причем наиболее часто люди заражаются ею от больных кошек и собак. Болезнь требует обязательного лечения. Стригущий лишай очень заразен. Общее полотенце, чужая одежда, общение с больными животными могут стать причиной заражения.

Внутрикожный паразит — чесоточный зудень является возбудителем заразной и очень опасной болезни — *чесотки*. Самки клещей после спаривания прогрызают подкожные ходы и откладывают там яйца. Вылупившиеся личинки питаются тканями кожи. Наиболее часто поражаются промежутки между пальцами, кожа живота и ягодиц. В случае заболевания необходимо срочно обратиться к врачу. Чесотка излечима.

**Травмы.** Среди повреждений кожи чаще всего встречаются ожоги и отморожения. *Ожоги* бывают химические и термические. Химические ожоги вызываются попаданием на нее различных едких веществ. Если ожоги возникли от попадания на кожу кислоты или щелочи, то прежде всего необходимо смыть реактив большим количеством воды. Затем, если ожог был от кислоты, полезно пораженную часть кожи промыть 2%-м раствором соды. Если кожа пострадала от щелочи, то лучше воспользоваться 1%-м раствором уксусной или лимонной кислоты.

Термические ожоги бывают четырех степеней. При ожоге I степени кожа краснеет. При ожогах II степени на месте ожога образуются пузыри, наполненные тканевой жидкостью. При ожогах III степени возникают более серьезные нарушения. При IV степени ожога кожа даже обугливается.

При ожогах I и II степени пораженное место достаточно промыть холодной водой, а потом обработать спиртом или одеколоном. При ожогах более высоких степеней необходимо наложить на обожженное место стерильную повязку и отправить пострадавшего в медицинское учреждение.

**Обморожения.** Переохлаждение кожи вызывает сужение ее кровеносных сосудов, что проявляется побелением кожных покровов. Кожа при этом теряет чувствительность.

При обморожении слабой степени достаточно растереть кожу мягкой тканью до покраснения и восстановления чувстви-

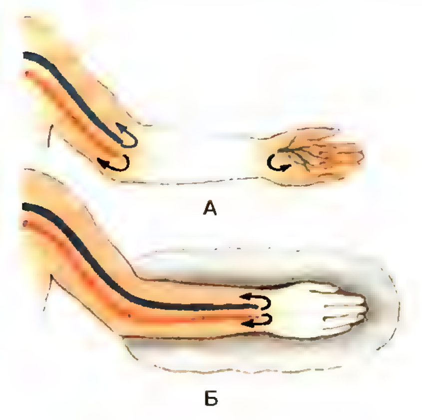



**Рис. 86.** *Теплоизолирующая повязка. Приемы оказания первой помощи при глубоком обморожении: неправильный* (А) *и правильный* (Б). *Продукты тканевого распада в тканях кисти в случае* А *не могут быть удалены из организма, так как коммуникации еще не восстановлены*

тельности. При более сильном обморожении следует сделать теплоизолирующую повязку и дать пострадавшему горячее питье. Важно, чтобы отогревание тканей происходило изнутри за счет восстановления кровообращения. Теплоизолирующую повязку готовят так: отмороженный участок обкладывают ватой и тщательно укутывают, например теплым платком (рис. 86).

**Угревая сыпь, гормональные и гиповитаминозные нарушения кожи; болезни кожи: чесотка, лишаи; ожоги: химические и термические; обморожения, теплоизолирующая повязка.**

?

**1.** Почему с кожи необходимо удалять излишки пота и сала?
**2.** Как следует ухаживать за кожей лица, рук и ног?
**3.** Каковы особенности ухода за кожей в подростковом возрасте?
**4.** Какими гигиеническими качествами должны обладать одежда и обувь?
**5.** Какие нарушения состояния кожи связаны с гиповитаминозами?
**6.** Какие нарушения состояния кожи связаны с гормональными изменениями в организме?
**7.** Чем опасны грибковые заболевания?
**8.** Кто является возбудителем чесотки?

!

**1.** Повторите статью об аллергии (§ 19) и объясните, что может произойти с кожей при попадании в организм аллергенов. Как избежать аллергических реакций?

**2.** Назовите меры первой помощи при химических и термических ожогах.



**1.** Вода не смачивает и не растворяет жир. В этом нетрудно убедиться, если потереть пальцами лезвие безопасной бритвы и осторожно положить бритву плашмя на поверхность воды, налитой в блюдце. Бритва плавает, так как кожный жир, оставшийся на ее поверхности, отталкивает воду, не дает ей смочить металл. Добавьте в воду немного мыльной пены. Почему через некоторое время бритва тонет? Почему вода с мылом лучше очищает кожу?

**2.** Возьмите бумажную салфетку и крепко прижмите ее к лицу. Затем возьмите салфетку в руки и рассмотрите жирные пятна. Они помогут установить, на каких участках лица жирная кожа, а на каких — сухая. Вспомните, как надо ухаживать за лицом и волосами в зависимости от типа кожи.

**3.** Перед тем как употреблять шампунь, налейте воду в стакан и прилейте в него немного шампуня. Взболтайте и посмотрите, есть ли осадок. В случае его появления употреблять этот шампунь не стоит: он рассчитан на воду другой жесткости.

## § 41. Терморегуляция организма. Закаливание

**1. Что такое терморегуляция?**
**2. Почему для поддержания постоянной температуры тела необходимы рецепторы холода и рецепторы тепла?**
**3. Что надо делать при солнечном и тепловом ударе?**
**4. Что такое закаливание и как его осуществлять?**

**Выработка тепла и теплоотдача.** *Терморегуляцией* называется уравновешивание выработки тепла в организме и теплоотдачи во внешнюю среду. Повышение или понижение выработки тепла регулируется нервно-гуморальным путем. При понижении температуры окружающей среды происходит повышение интенсивности обмена веществ и усиление теплопродукции. При повышении температуры окружающей среды теплопродукция снижается.

В теплоотдаче главную роль играет кожа. При повышении температуры внешней среды раздражаются *тепловые рецепторы* кожи (см. рис. 85) и рефлекторно расширяются кровеносные капилляры — кожа краснеет, начинается потоотделение. При расширении сосудов через кожу протекает большее количество крови, усиливается теплоотдача и температура тела снижается. Этим устраняется опасность перегрева.

Холод раздражает *холодовые рецепторы.* Потоотделение при этом уменьшается, происходит сужение кровеносных сосудов, тепла отдается меньше. Температура во внутренней среде организма (и, следовательно, температура крови) повышается. Параллельно происходит усиление теплообразования. Таким образом, и здесь действуют механизмы саморегуляции: отклонение температуры тела от нормы вызывает рефлексы, восстанавливающие нормальную температуру. Контроль за поддержанием верхней температурной границы осуществляют тепловые рецепторы, нижней — рецепторы холода.

**Первая помощь при тепловом и солнечном ударе.** При неблагоприятных внешних условиях возможны нарушения терморегуляции. Так, при высокой температуре и большой влажности воздуха, особенно в сочетании с физической нагрузкой может произойти перегревание организма.

Опасное для здоровья перегревание организма называется *тепловым ударом.* В этом случае температура тела поднимается до 39—40 °С, возникают головокружение, головная боль, шум в ушах, обильное потоотделение, бледность, резкая слабость, вплоть до потери сознания. Частота дыхания и сокращений сердца резко увеличены, возможны судороги.

При длительном пребывании с непокрытой головой под прямыми солнечными лучами может произойти *солнечный удар* — перегревание головы. Болезненные явления при этом сходны с теми, что возникают при тепловом ударе, но могут развиваться даже без повышения температуры и влажности окружающего воздуха.

Первая помощь при тепловом и солнечном ударе заключается в том, чтобы уложить пострадавшего в прохладном месте, приподняв его голову и расстегнув одежду. Чтобы увеличить отдачу тепла, на его лоб и область сердца кладут смоченную прохладной водой ткань или полиэтиленовый пакет с холодной водой. Если человек не потерял сознание, ему дают пить крепкий чай, холодную воду. При потере сознания и на-

рушении дыхания производят искусственное дыхание и непрямой массаж сердца (см. § 29).

**Закаливание.** Постепенное приспособление организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, в первую очередь холоду, называют *закаливанием*. При этом совершенствуются сосудистые рефлексы и другие способы терморегуляции, укрепляется иммунная система. В целях закаливания организм постепенно подвергается действию низких температур воды и воздуха, осторожному облучению солнцем.

Что происходит при охлаждении тела, например при купании в реке? Сначала сужаются кожные сосуды, кровь отливает к внутренним органам, кожа бледнеет. Учащаются и усиливаются сокращения сердца, повышается артериальное давление крови, появляется озноб (непроизвольное сокращение мышц), ведущий к усилению теплопродукции. Температура тела при этом повышается. Вслед за этим кожа краснеет и возникает ощущение тепла во всем теле, так как теплопродукция начинает превышать потерю тепла. При дальнейшем охлаждении кожа вновь бледнеет, губы синеют, по телу пробегает крупная дрожь (так называемый вторичный озноб) — это признаки опасного для здоровья переохлаждения.

Закаливание поддерживается регулярными закаливающими процедурами. Если их прервать, устойчивость к холоду вновь снизится. После какого-либо заболевания интенсивность и продолжительность закаливающих воздействий следует возобновлять постепенно.

**Способы закаливания.** *Закаливание водой* в домашних условиях начинают с температуры примерно 28—30 °С и снижают ее каждые 2—3 дня на градус, доводя до 15—18 °С. Обтирать тело следует тканью или губкой, начиная с верхней части туловища. Заканчивают процедуру обтиранием тела полотенцем в направлении от конечностей к сердцу. В последующем можно перейти к обливанию или прохладному душу.

Людям, которые склонны к простудным заболеваниям, рекомендуется дополнительно закаливание ног и полоскание горла холодной водой. Ноги погружают в воду комнатной температуры на 1—2 мин, а затем растирают. Температуру воды постепенно доводят до 10 °С. Можно попеременно на 1—2 мин погружать обе ступни в воду с температурой 40 и 15 °С с последующим их растиранием. Полезно летом ходить босиком по песку, рыхлой земле.

*Воздушные ванны* (14—20 °С) тоже являются полезными закаливающими процедурами, которые целесообразно сочетать с активными движениями. Их продолжительность следует постепенно увеличивать от 3—5 мин до часа.

*Солнечные ванны* (загар). Продолжительность солнечных ванн первоначально не должна превышать 5—10 мин. Увеличивать время пребывания на солнце следует на несколько минут в день. В дальнейшем можно загорать около часа, но с перерывами для отдыха в тени.

Не следует стремиться быстро приобрести красивый равномерный загар, так как, кроме ожогов кожи, это может привести к обострению хронических заболеваний, к возникновению злокачественных опухолей кожи и внутренних органов. Наиболее рациональное время для загорания на юге — с 8 до 11 ч, в средней полосе — с 10 до 12 ч.

Благодаря закаливанию человек способен сохранять высокую работоспособность и легче переносить климатические невзгоды.

---

**Терморегуляция, теплообразование, теплоотдача, тепловой удар, солнечный удар, закаливание.**

---



1. Что такое терморегуляция и как она поддерживается в организме?
2. Каковы признаки теплового и солнечного удара? Назовите меры первой помощи.
3. Как предупредить перегрев тела, тепловой и солнечный удар?
4. Почему для организма опасна большая потеря жидкости и солей?
5. Что такое закаливание? На каких физиологических явлениях оно основано?
6. Каково значение закаливания для сохранения и укрепления здоровья?
7. Каковы способы закаливания?
8. Почему при загаре надо соблюдать осторожность?



1. Объясните, почему в коже имеются тепловые и холодовые рецепторы, а не один — температурный.
2. Напишите в таблице, что будет происходить при раздражении теплового рецептора кожи, а что — при раздражении холодового рецептора.

| Рецепторы | Сосуды кожи | Потоотделение | Общий эффект |
|---|---|---|---|
| Холодовой | | | Тепло сохраняется |
| Тепловой | | | Тепло рассеивается |

## § 42. Выделение

**1. Какие системы органов поддерживают постоянство внутренней среды организма?**
**2. Какие органы относятся к системе органов мочевыделения?**
**3. Каковы строение и функции почки?**
**4. Как функционирует нефрон?**
**5. Как предупредить мочекаменную болезнь и почечную инфекцию?**

**Значение выделения.** В результате биологического окисления в тканях образуются продукты распада: углекислый газ, вода, соли азота, фосфора и другие вещества. Пары воды и углекислый газ удаляются из организма легкими. Жидкие продукты распада, содержащие атомы азота, серы, фосфора и некоторые другие, выводятся из организма почками и частично потовыми железами. Избытки этих веществ вредны для организма, их содержание в плазме крови может колебаться лишь в небольших пределах.

Основная функция органов выделения — поддержание постоянства внутренней среды организма, и прежде всего плазмы крови.

**Органы мочевыделения** — это *почки, мочевые пути — мочеточники, мочевой пузырь* и *мочеиспускательный канал* (рис. 87). Кровь приходит в почки по почечным артериям. В почках она очищается от ненужных веществ и по почечным венам поступает обратно в кровоток. Ненужные вещества отфильтровываются почками и в виде мочи по мочеточникам попадают в мочевой пузырь. Выход из него в мочеиспускательный канал закрыт сфинктером — круговой мышцей, которая расслабляется лишь в момент мочеиспускания. При этом стенки мочевого пузыря сокращаются и выталкивают мочу наружу.

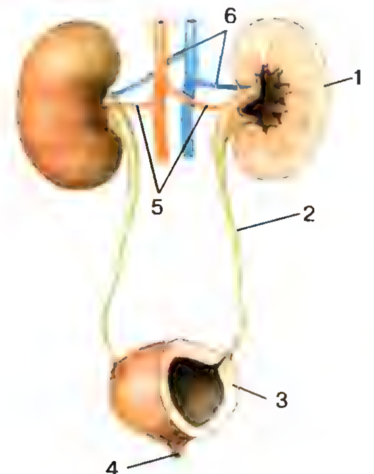



**Рис. 87.** *Система органов мочевыделения:*
1 — *почки*; 2 — *мочеточники*; 3 — *мочевой пузырь*; 4 — *мочеиспускательный канал*; *кровеносные сосуды*: 5 — *почечная артерия*; 6 — *почечная вена*

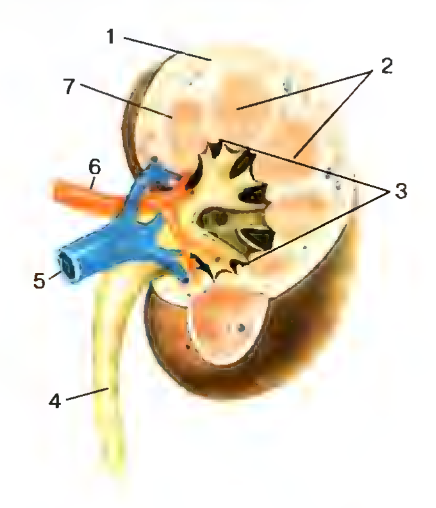



**Рис. 88.** *Строение почки:*
1 — *корковое вещество*; 2 — *мозговое вещество*; 3 — *почечная лоханка*; 4 — *мочеточник*; 5 — *почечная вена*; 6 — *почечная артерия*; 7 — *почечная пирамида*

**Строение и работа почек.** Почка представляет собой парный бобовидный орган (рис. 88). Вогнутая часть обращена к позвоночнику и называется *воротами почки*. В ворота каждой почки входит мощная почечная артерия, несущая неочищенную кровь, а выходят из них парные почечные вены и мочеточник. Вены несут очищенную от жидких продуктов распада кровь в нижнюю полую вену, а мочеточник — вещества, подлежащие удалению, в мочевой пузырь.

В каждой почке различают наружное *корковое вещество* и внутреннее *мозговое вещество почки*. Последнее состоит из *почечных пирамид*. Их основания примыкают к корковому веществу почки, а вершины направлены в *почечную лоханку* — резервуар, где собирается моча перед поступлением в мочеточник.

**Нефроны.** В каждой почке насчитывается около миллиона микроскопических единиц, в которых происходит фильтрация плазмы крови. Они называются *нефронами*. Нефрон состоит из капсулы, которая переходит в тонкий и длинный из-

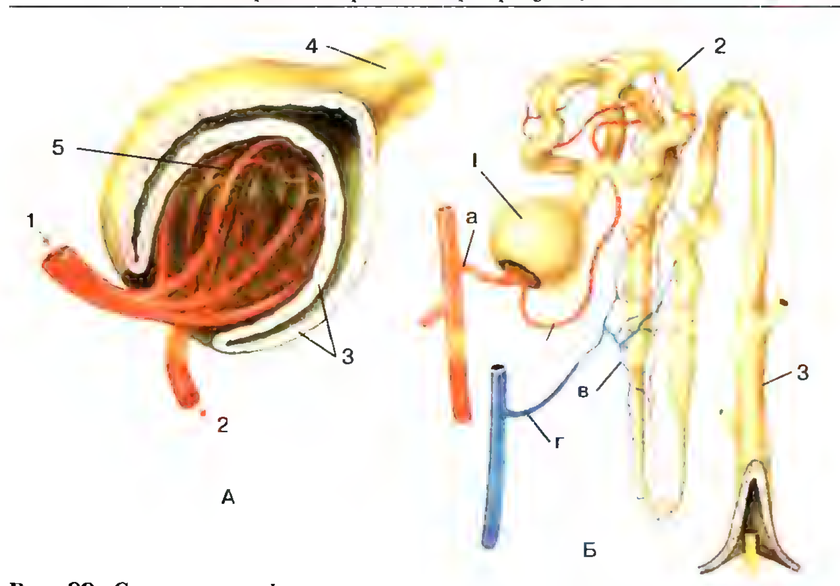



**Рис. 89.** *Строение нефрона.*
А — *капсула нефрона*: 1 — *приносящая артерия*; 2 — *выносящая артерия*; 3 — *эпителиальная стенка капсулы (внешняя и внутренняя)*; 4 —*каналец нефрона*; 5 — *клубок артериол*; Б — *нефрон*: 1 — *капсула нефрона*; 2 — *каналец нефрона*; 3 — *собирательный каналец. Кровеносные сосуды нефрона:* а — *приносящая артерия*; б — *выносящая артерия*; в — *капилляры канальца нефрона*; г — *вена нефрона*

витой каналец (рис. 89). Капсула нефрона напоминает бокал с двумя стенками. Щель между ними сообщается с канальцем.

В капсуле происходит фильтрация крови: часть плазмы крови проходит через стенку кровеносного сосуда в щель капсулы. В артериолах остаются форменные элементы и белки. В каналец нефрона попадают вода, продукты распада — мочевина, соли мочевой, фосфорной и щавелевой кислот, карбонаты, а также питательные вещества — глюкоза, аминокислоты, витамины. Все эти вещества составляют *первичную мочу*, которая по своему составу мало отличается от плазмы крови. Первичная моча продвигается вдоль канальца, здесь из нее обратно в кровь всасываются все нужные организму вещества в том числе и большая часть воды. В канальце остается то, что организму не нужно. Все это составляет *вторичную*, или *конечную, мочу*. Из извитых канальцев моча поступает в *собирательные канальцы*, которые объединяются и выносят мочу в почечную лоханку.

Почечные капсулы и часть извитых канальцев находятся в корковом веществе почки. Остальная их часть — в мозговом веществе почки. Там извитые канальцы впадают в собирательные канальцы, которые несут конечную мочу к верхушкам почечных пирамид. Каждая из них имеет несколько точечных отверстий, через которые моча попадает в почечную лоханку.

Чтобы образовался 1 л конечной мочи, через почечные канальцы должно пройти до 125 л первичной мочи (124 л всасывается обратно).

Моча представляет собой концентрированный раствор солей мочевой, щавелевой, фосфорной и других кислот, а также мочевины.

**Предупреждение почечных заболеваний.** Нарушение работы почек приводит к изменению состава внутренней среды организма, а это влечет за собой значительные нарушения обмена веществ и работы органов. Поэтому заболевание почек опасно для жизни.

При повреждении почечных капсул в канальцы попадают белки и форменные элементы крови. Они не могут всосаться обратно в кровь и удаляются вместе с мочой. При повреждении канальцев нарушается обратное всасывание необходимых организму веществ и они в избыточном количестве выводятся из организма и в крови возникает их недостаток. Задержка фильтрации воды приводит к отекам.

Следует помнить, что через почки многократно проходит вся имеющаяся в организме кровь. Поэтому любые вредные вещества, даже если они находятся в крови в небольшом количестве, действуют на клетки нефронов, нарушая их работу. К такого рода веществам относятся алкоголь, вещества, содержащиеся в острой и пряной пище (например, уксус, перец, горчица), избыток поваренной соли.

Поскольку через нефроны проходит вся кровь организма, в почки могут попадать и болезнетворные микроорганизмы — из кариозных зубов, из миндалин при хроническом тонзиллите. Инфекция может распространяться и вверх по мочевым путям — от мочеиспускательного канала к мочевому пузырю, а затем по мочеточникам — к почкам. Этому способствуют пренебрежение правилами личной гигиены и охлаждение нижней части тела.

Нарушение обмена веществ или избыточное потребление пищи, содержащей соли щавелевой, мочевой и фосфорной

кислот, также как и задержка мочеиспускания может привести к появлению камней в почечной лоханке или мочевом пузыре, что может стать причиной мочекаменной болезни.

---

**Органы мочевыделения, почки, мочевые пути, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал; корковое и мозговое вещество почки, почечные пирамиды, почечная лоханка, нефрон, первичная моча, вторичная моча, мочекаменная болезнь.**

---

?

**1.** Какие органы принимают участие в поддержании постоянства внутренней среды организма?
**2.** Как взаимосвязаны строение и функция системы мочевыведения?
**3.** Как устроен нефрон и каковы его функции?
**4.** Чем отличается кровь, поступающая в почки через почечную артерию, от крови, выходящей из почки по почечным венам?

!

Назовите меры профилактики болезней почек.

## *Основные положения главы 10*

Кожа выполняет многообразные функции: защитную, терморегуляционную, дыхательную, обменную. Она защищает внутреннюю среду организма от потери влаги, проникновения микроорганизмов, механических повреждений. Она сохраняет ее постоянство. Производными кожи являются волосы и ногти.

Кожа человека включает наружный слой — **эпидермис**, находящуюся под ним собственно кожу — **дерму** и подкожную жировую клетчатку, соединяющую ее с глубжележащими тканями — **гиподерму**.

На состояние кожи влияют эндокринная система, питание, наличие витаминов в пище, заболевания внутренних органов. Кроме бактерий и вирусов, кожу могут поражать грибковые инфекции, клещи и другие паразиты. Возможны различные травмы: ожоги, обморожения, механические повреждения.

Постоянная температура тела поддерживается за счет двух противоположных процессов: теплообразования и теплоотдачи. Теплообразование происходит за счет биологического окисления органического вещества с выделением энергии,

теплоотдача — за счет рассеивания тепла поверхностью кожи и легочных альвеол. Теплоотдача с поверхности кожи регулируется нервной и эндокринной системами. Они сужают и расширяют кожные сосуды и контролируют потоотделение.

Температурное постоянство внутренней среды поддерживается двумя рефлекторными системами. Одна из них начинается с рецепторов холода, другая — с рецепторов тепла. Превышение верхней или нижней границы вызывает раздражение соответствующих рецепторов и рефлексы, возвращающие температуру тела к норме.

Гигиенические процедуры, повышающие устойчивость организма к изменениям температуры внешней среды, главным образом к холоду, называются закаливанием. Его надо производить систематически, постепенно снижая температурные воздействия. Закаливание тренирует процессы теплообразования и теплоотдачи, оно повышает эффективность иммунной системы. При правильном подборе одежды под ней создается постоянный микроклимат, способствующий поддержанию постоянной температуры тела, влажности и воздухообмена.

Процессы выделения осуществляются легкими, кожей и почками. Органами мочевыделения являются почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

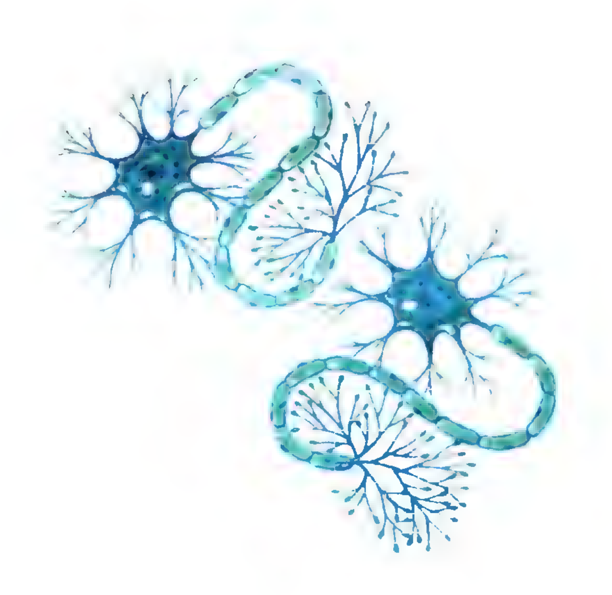
Почки — парный орган, расположенный в поясничной области по обеим сторонам позвоночника. Они включают корковое вещество, мозговое вещество и почечную лоханку.

Почка действует как биологический фильтр. К ней поступает по артерии кровь, содержащая продукты распада и питательные вещества. В почке происходит их разделение: нужные вещества всасываются обратно в кровь, вредные и лишние оказываются в почечной лоханке и в виде мочи выводятся из организма. Очищенная кровь оттекает от почки по венам, моча — по мочеточникам в мочевой пузырь, затем удаляется из организма.

Функциональной единицей почки является нефрон.

Глава 11

# Нервная система



## Из этой главы вы узнаете

*о строении и функциях спинного и головного мозга, нервов и нервных узлов, о врожденных и приобретенных рефлексах, об осознанных и неосознанных действиях, о функционировании соматического и автономного (вегетативного) отделов нервной системы*

## Вы научитесь

*проводить функциональные пробы и физиологические тесты, позволяющие выявить особенности нервной деятельности*

## § 43. Значение нервной системы

**1. Почему невозможно насытиться за один раз на всю жизнь?**
**2. В чем заключается активность организма?**
**3. Что такое психика?**

**Нервная система обеспечивает относительное постоянство внутренней среды организма.** Обмен веществ в каждом организме осуществляется непрерывно. Одни вещества расходуются и выводятся из организма, другие поступают извне. Мозг, а вместе с ним и железы внутренней секреции автоматически поддерживают равновесие между поступлением и использованием веществ, обеспечивая колебание жизненно важных показателей в допустимых пределах. Благодаря этому поддерживается *гомеостаз*, относительное постоянство внутренней среды: кислотно-щелочное равновесие, количество минеральных солей, кислорода и углекислого газа, продуктов распада и питательных веществ, в крови — величина артериального давления и температура тела.

**Нервная система согласует работу всех органов.** Чтобы удовлетворить свои потребности, организму приходится проявлять активность. Надо найти пищу, укрыться от непогоды, уйти от преследования, встретиться с особью противоположного пола и т. п.

Работу по согласованию действий органов в организме выполняет нервная система. Она определяет порядок сокращения мышечных групп, интенсивность дыхания и сердечной деятельности, осуществляет контроль и коррекцию результатов действия. Напомним, что по прямым связям идут «приказы» мозга, адресованные органам, а по обратным связям — сигналы в мозг от органов, информирующие, насколько успешно эти «приказы» выполнены. Последующее действие не пройдет, пока не будет выполнено предыдущее и не будет достигнут положительный эффект.

**Нервная система обеспечивает выживание организма как целого.** Чтобы выжить, организму необходимо получать информацию об объектах внешнего мира. Вступая в жизнь, человек постоянно сталкивается с определенными предметами, явлениями, ситуациями. Некоторые из них для него необходимы, некоторые опасны, другие безразличны.

С помощью органов чувств нервная система осуществляет опознание объектов внешнего мира, оценку их, запоминание и переработку полученной информации, направленной на удовлетворение возникающих потребностей. Наконец, она участвует в организации деятельности, которая приводит к удовлетворению возникающих потребностей.

Даже безразличные на первый взгляд сведения могут стать сигналами жизненно важных событий и оказаться полезными. Мозг способен нормально работать только тогда, когда он получает и перерабатывает информацию извне. Изоляция человека на длительный срок приводит к психическим расстройствам.

**Мозг и психика.** *Психика* — это субъективное отражение окружающей действительности. Она включает различные процессы, такие как восприятие, память, воображение, мышление, волю и чувства, умения и навыки, а также привычки, интересы, способности.

Субъективность психики заключается в том, что возникающие в сознании образы и переживания нельзя непосредственно передать другому человеку. Можно лишь рассказать о них, изобразить, но не «вложить» их в чужую голову.

Головной мозг обеспечивает осуществление психических процессов. Однако суть психической деятельности и поступков людей определяется не только мозгом, но и обстановкой, в которой находится человек.

В этом и заключается сущность воспитания. С раннего детства каждый человек усваивает определенные правила, действующие в том или ином обществе. Они в значительной степени определяют поведение человека и его материальные и духовные запросы.

---

**Потребности, активность, опознание объектов, субъективное отражение.**

---



**1.** Как обеспечивается относительное постоянство внутренней среды?
**2.** Почему без согласованной работы органов нельзя достичь полезного эффекта в деятельности?
**3.** Почему жизненно важные показатели колеблются в определенных границах: от ... до?
**4.** Можно ли конкретные поступки человека объяснить только свойствами его нервной системы? Почему?
**5.** Чем обусловлено содержание психической деятельности?

Прокомментируйте выражение: «Психика есть субъективное отражение объективного мира».

## § 44. Строение нервной системы. Спинной мозг

**1. Что относится к центральной, а что — к периферической нервной системе?**
**2. Какие нервы относятся к чувствительным, а какие — к исполнительным и смешанным?**
**3. Где находится спинной мозг?**
**4. Каково его строение?**
**5. В чем проявляется рефлекторная и проводящая функции спинного мозга?**

**Части нервной системы.** Как у всех позвоночных, нервная система человека состоит из *центральной* и *периферической* частей. К центральной части относятся головной и спинной мозг, к периферической — нервы и нервные узлы (рис. 90).

В центральной нервной системе сосредоточено большое число нейронов. Их тела вместе с дендритами образуют *серое вещество мозга*. На поверхности головного мозга они образуют кору, а их скопления внутри белого вещества образуют ядра. Тела нейронов периферической нервной системы находятся в особых скоплениях — нервных узлах.

Длинные отростки, покрытые оболочками, образуют нервные волокна. В центральной нервной системе они образуют белое вещество, а на периферии входят в состав нервов.

Различают чувствительные, исполнительные и смешанные нервы. По чувствительным нервам сигналы идут в центральную нервную систему. Они информируют мозг о состоянии внутренней среды и событиях, происходящих в окружающем мире. Исполнительные нервы несут сигналы от мозга к органам, управляя их деятельностью. Смешанные нервы включают как чувствительные, так и исполнительные нервные волокна.

**Спинной мозг** лежит в позвоночном канале (рис. 91, А). Он представляет собой цилиндрический тяж диаметром около 1 см. Вверху спинной мозг переходит в головной, внизу оканчивается на уровне второго поясничного позвонка пучком отходящих от него нервов, напоминающим конский хвост.

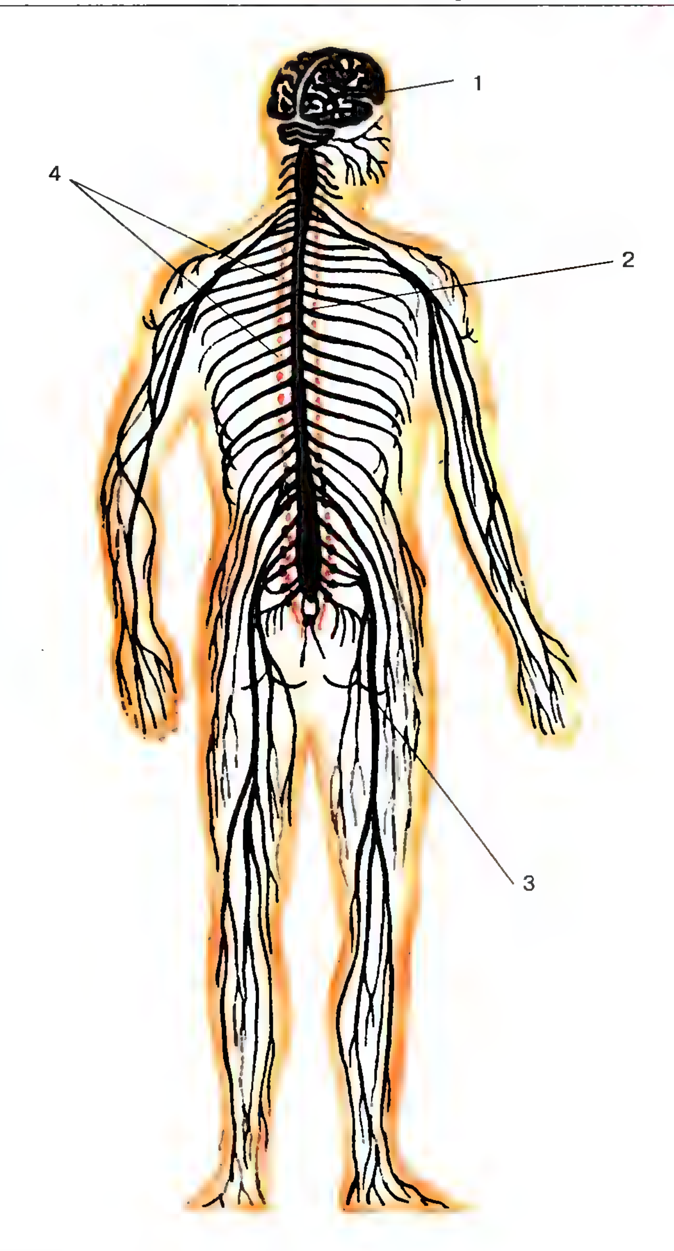



**Рис. 90.** *Нервная система*:
1 — *головной мозг*; 2 — *спинной мозг*; 3 — *нервы*; 4 — *нервные узлы* (*отмечены точками красного цвета*)

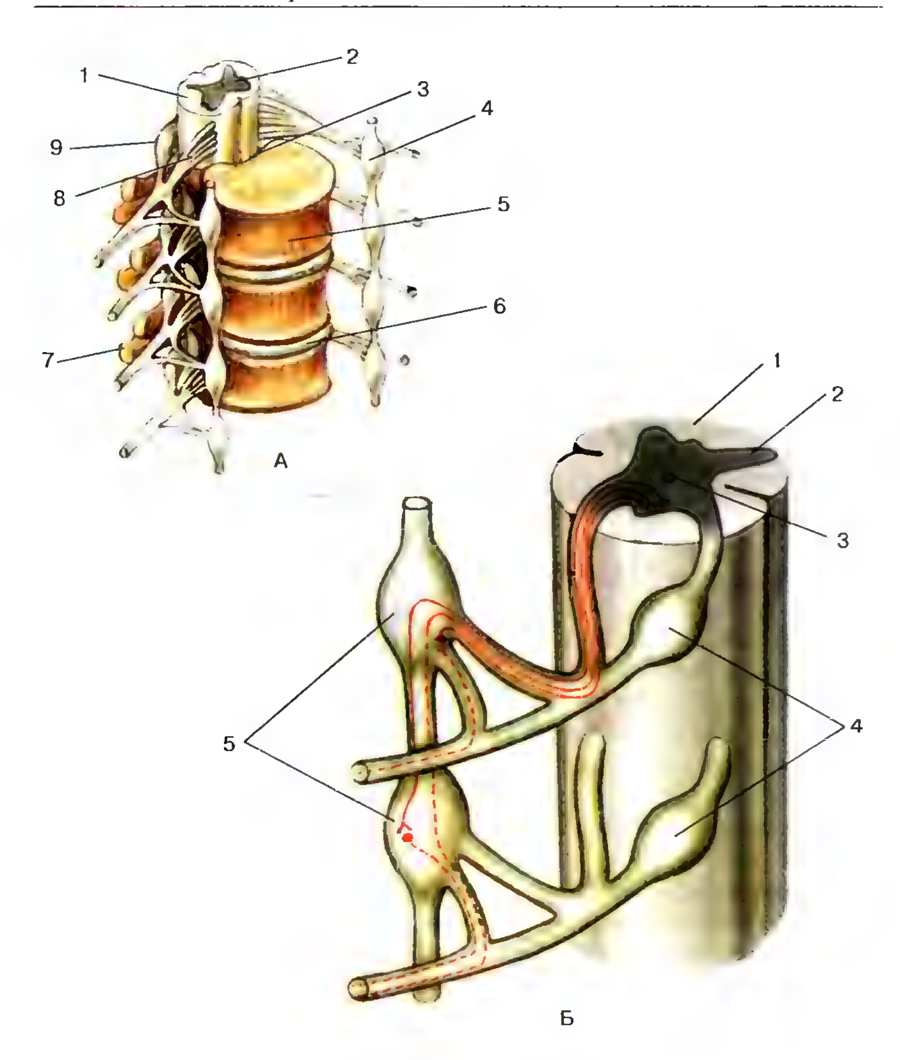



**Рис. 91.** *Спинной мозг в позвоночном канале.*
А — *положение спинного мозга и нервных узлов:* 1 — *белое вещество спинного мозга;* 2 — *серое вещество спинного мозга;* 3 — *позвоночный канал;* 4 — *узлы симпатического ствола;* 5 — *тело позвонка;* 6 — *межпозвоночный диск;* 7 — *задний отросток позвонка;* 8 — *передние корешки спинномозговых нервов;* 9 — *задние корешки спинномозговых нервов со спинномозговыми узлами;* Б — *спинной мозг (вид сбоку):* 1 — *белое вещество;* 2 — *серое вещество;* 3 — *центральный канал;* 4 — *спинномозговые узлы на задних корешках спинномозговых нервов;* 5 — *узлы симпатического ствола*

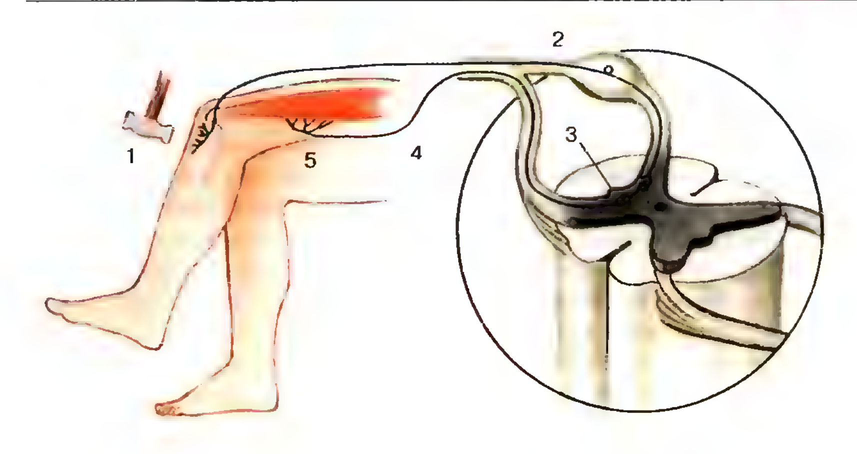



**Рис. 92.** *Коленный рефлекс:*
1 — *рецепторы коленного рефлекса*; 2 — *чувствительный нейрон спинномозгового узла*; 3 — *двигательный нейрон*; 4 — *аксон двигательного нейрона*; 5 — *нервные окончания двигательного нейрона в мышцах с синапсами*

Спинной мозг находится в *спинномозговой жидкости*. Она выполняет роль тканевой жидкости, обеспечивая постоянство внутренней среды, и предохраняет спинной мозг от толчков и сотрясений.

На передней и задней поверхностях спинного мозга проходят глубокие борозды, делящие его на две половины, соединенные в глубине центральной перемычкой. В самом центре спинного мозга проходит центральный канал, также заполненный спинномозговой жидкостью.

Вокруг центрального канала располагается серое вещество, состоящее из тел нейронов и их дендритов (рис. 91, Б). Оно занимает всю центральную часть спинного мозга и тянется сверху донизу в виде серых столбов. На поперечном разрезе серое вещество имеет вид бабочки.

Белое вещество располагается в наружной части спинного мозга. Оно содержит массу нервных волокон, связывающих нейроны спинного мозга между собой, а также с нейронами головного мозга.

Различают *восходящие* нервные пути, по которым нервные импульсы идут к головному мозгу, и *нисходящие* нервные пути, по которым возбуждение идет от головного мозга к центрам спинного мозга.

Спинной мозг выполняет *рефлекторную* и *проводящую* функции. Вспомним, как осуществляется коленный рефлекс (рис. 92). Врач ударяет молоточком по сухожилию четырехглавой мышцы пациента. Возникшее в рецепторах возбуждение направляется в спинной мозг, затем через синапсы переключается на исполнительные нейроны. Они посылают нервные импульсы к мышцам ноги, и она приходит в движение. Этот безусловный спинномозговой рефлекс происходит непроизвольно. Когда спинной мозг выполняет рефлекторную функцию, рефлекторная дуга замыкается на уровне спинного мозга. Это, однако, не значит, что головной мозг не получает информацию о спинномозговых рефлексах: пациент чувствует удар и движение ноги. В мозг эта информация приходит по восходящим путям, благодаря проводящей функции спинного мозга. Она же позволяет снизить или повысить рефлекторный эффект, совершать произвольные действия. Например, по желанию мы можем задержать движение ноги или преднамеренно качнуть ею. Это возможно потому, что из головного мозга по нисходящим путям к нейронам спинного мозга поступают возбуждающие или тормозящие сигналы.

Произвольные движения регулируются головным мозгом, но приводят в действие конкретные мышцы туловища и конечностей исполнительные центры спинного мозга. Они находятся в передних столбах серого вещества.

**Связь спинного мозга с головным.** Центры спинного мозга работают под контролем головного мозга. Импульсы, поступающие от него, стимулируют деятельность центров спинного мозга, поддерживают их тонус. Если нарушена связь между спинным и головным мозгом, что бывает при повреждении позвоночника, наступает шок. При шоке все рефлексы, центры которых лежат ниже повреждений спинного мозга, пропадают, и произвольные движения становятся невозможными.

---

**Кора, ядра мозга, нервные волокна,**
**передние и задние борозды спинного мозга,**
**позвоночный канал, спинномозговая жидкость,**
**центральный канал, серые столбы спинного мозга,**
**белое вещество — восходящие и нисходящие пути,**
**рефлекторная и проводящая функции, шок.**

---

?

1. Что такое нервное волокно?
2. Чем различаются чувствительные, исполнительные и смешанные нервы?
3. Где расположен спинной мозг?
4. Как выглядит спинной мозг на поперечном сечении?
5. Какую функцию выполняют задние и передние столбы серого вещества спинного мозга?

!

1. Расскажите по рисунку о строении спинного мозга. Назовите функции серого и белого вещества.
2. Начертите схему рефлекторной дуги отдергивания руки от горячего предмета.

## § 45. Строение головного мозга. Функции продолговатого и среднего мозга, моста и мозжечка

**1. Почему повреждение продолговатого мозга смертельно?**
**2. Как обеспечивается точность и плавность произвольных движений?**
**3. Почему мы реагируем на новизну?**

**Отделы головного мозга.** Через затылочное отверстие спинной мозг сообщается с головным. Четкой границы перехода нет.

Головной мозг состоит из следующих отделов: продолговатый мозг, мозжечок, мост, средний мозг, промежуточный и большие полушария головного мозга. Последние часто называют полушариями большого мозга, в отличие от полушарий мозжечка, малого мозга (рис. 93). Продолговатый мозг, мост и мозжечок относят к заднему мозгу, а промежуточный и большой мозг — к переднему мозгу.

На уровне моста и продолговатого мозга проходит единый ствол мозга, но на уровне среднего мозга в нем возникают две симметричные половины. В переднем мозге они разобщены и сообщаются между собой перемычками. Центральный канал спинного мозга продолжается и в головном. Между продолговатым мозгом и мозжечком образуется IV желудочек, а между симметричными половинами промежуточного мозга III желу-

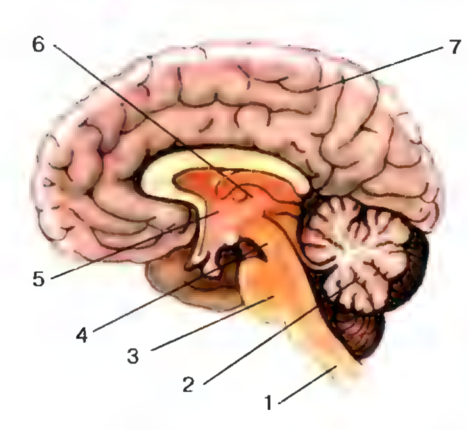



**Рис. 93.** *Отделы головного мозга. Задний мозг:* 1 — *продолговатый;* 2 — *мозжечок;* 3 — *мост;* 4 — *средний мозг. Передний мозг. Промежуточный:* 5 — *гипоталамус;* 6 — *таламус;* 7 — *большие полушария головного мозга* (*большой мозг*)

дочек. В левой половине большого мозга расположен I желудочек, в правой — II желудочек.

**Продолговатый мозг** по своему строению и функциям сходен со спинным мозгом, с которым имеет непосредственную нижнюю границу. В продолговатом мозге находятся ядра блуждающего нерва, иннервирующего сердце и другие внутренние органы.

В ядрах серого вещества продолговатого мозга находятся центры защитных рефлексов — мигательного и рвотного, рефлексов кашля и чихания, некоторых других. Другая группа центров связана с питанием и дыханием — это центры вдоха и выдоха, слюноотделения, глотания и отделения желудочного сока.

Через продолговатый мозг проходят пути, соединяющие спинной мозг с мозжечком, средним мозгом и другими его отделами, до коры больших полушарий включительно.

Функции продолговатого мозга такие же, как у спинного, — рефлекторные и проводящие.

**Мост** тоже состоит из серого и белого вещества. Серое вещество представлено отдельными ядрами. В них находятся центры, связанные с движением глазных яблок, мимикой. Нервные пути, составляющие основную массу белого вещества моста, связывают полушария мозжечка и спинной мозг с другими отделами головного мозга. Через мост проходят в кору слуховые пути.

**Мозжечок** состоит из средней, наиболее древней части и полушарий, имеющих кору. Он находится над продолговатым мозгом и связан со всеми отделами мозга. Особенно тесна связь мозжечка со средним мозгом (рис. 94).

Мозжечок осуществляет координацию движений, делает их плавными, точными и соразмеренными, устраняет лишние движения, например возникшие в силу инерции. Это бывает, когда сопротивление неожиданно исчезает или водитель транспорта меняет скорость. При этом нам приходится прилагать усилия, чтобы устоять на ногах и не потерять равновесие. Траектория любого движения от исходного положения до цели контролируется мозжечком.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

### ***Пальценосовая проба и особенности движения, связанные с функцией мозжечка*** (рис. 94)

А

Б

В

**Рис. 94.** *Опыты, выявляющие функции мозжечка:*
*А — пальценосовая проба (выявляет характер движения к цели); Б — поза Ромберга (сохранение устойчивости тела); В — опыт, выявляющий устранение нежелательных движений, возникающих в силу инерции*

*Ход работы*

Закройте глаза. Вытяните вперед указательный палец правой руки, которую надо держать перед собой. Коснитесь указательным пальцем кончика носа. Перемените положение руки и повторите опыт. Проделайте то же самое с левой рукой, попеременно меняя пальцы и положение руки. Во всех случаях палец попадает в цель, хотя траектория движений в каждом отдельном случае неодинаковая. При нормальном функционировании мозжечка движения точны и быстры. У лиц с поврежденным мозжечком рука движется отдельными толчками, перед попаданием в цель дрожит, часты промахи.

**Средний мозг** — отдел мозга, где находятся центры, обеспечивающие четкость зрения и слуха. Они регулируют величину зрачка и кривизну хрусталика. В среднем мозге содержится ряд ядер, регулирующих мышечный тонус. Благодаря им поддерживается устойчивость тела при стоянии, ходьбе, беге, изменении позы.

В среднем мозге находятся центры ориентировочного рефлекса.

Средний мозг нередко сравнивают с ручками управления качеством изображения на телевизионном экране. Чтобы что-то увидеть, надо настроить телевизор. Нечто подобное совершает средний мозг. Так, он обеспечивает настройку оптики глаза на нужную резкость и контрастность изображения.

В случае отклонения от устойчивого положения тела мозг восстанавливает нормальное положение.

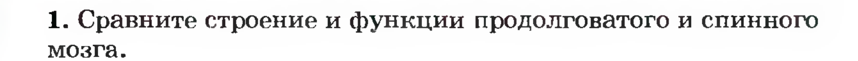
---

**Задний мозг: продолговатый мозг, мост; мозжечок, средний мозг; передний мозг: промежуточный мозг, большие полушария головного мозга (большой мозг), желудочки мозга.**

---



1. Из каких отделов состоит головной мозг?
2. Каковы функции продолговатого мозга?
3. Какие нервные пути проходят через мост?
4. В чем проявляются функции среднего мозга?
5. Какова роль мозжечка в осуществлении движений?



1. Сравните строение и функции продолговатого и спинного мозга.

2. Повторите текст § 9 о мигательном рефлексе. Это рефлекс продолговатого мозга. Докажите, что мигательный рефлекс может быть получен только при раздражении определенных участков кожи (рефлексогенных зон).

## § 46. Функции переднего мозга

**1. Где распознаются воспринятые образы?**
**2. Одинаковые ли функции выполняют левое и правое полушария?**

**Передний мозг** состоит из двух отделов: промежуточного мозга и больших полушарий головного мозга. Это самый большой отдел головного мозга, состоящий из правой и левой половин.

**Промежуточный мозг** состоит из трех частей — верхней, центральной и нижней (рис. 93—97). Центральная часть промежуточного мозга называется *таламусом*. Он состоит из двух парных образований, разделенных III желудочком мозга. Сюда стекается вся информация от органов чувств. Здесь происходит первая оценка ее значимости. Благодаря таламусу только важная информация поступает в кору большого мозга.

Нижняя часть промежуточного мозга называется *гипоталамусом*. Он регулирует обмен веществ и энергии. В его ядрах имеются центры жажды и ее утоления, голода и насыщения. Гипоталамус контролирует удовлетворение потребностей и поддержание постоянства внутренней среды — гомеостаза. С участием промежуточного мозга и других отделов головного мозга осуществляются многие циклические движения: ходьба, бег, прыжки, плавание и пр., а также сохранение позы между движениями.

**Большие полушария головного мозга** разделены глубокой переднезадней щелью на левую и правую части. В ее глубине находится соединяющая их перемычка из белого вещества — мозолистое тело.

Поверхность большого мозга образована корой, состоящей из серого вещества. Там сосредоточены тела нейронов. Они располагаются столбиками, образуя несколько слоев.

Под корой находится белое вещество, состоящее из массы нервных волокон, связывающих нейроны коры между собой и с нижележащими отделами мозга. В толще полушарий среди

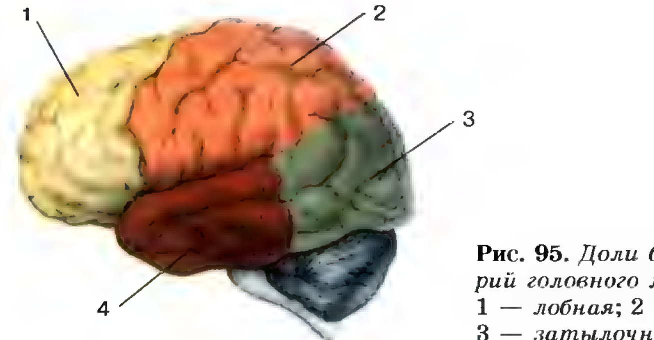



**Рис. 95.** *Доли больших полушарий головного мозга:*
1 — *лобная*; 2 — *теменная*;
3 — *затылочная*; 4 — *височная*

белого вещества находятся в виде ядер островки серого вещества, образующие подкорковые центры.

Поверхность полушарий собрана в складки. Выступающие части поверхности образуют *извилины*, а углубления — *борозды*. Они намного увеличивают поверхность коры больших полушарий. Самые глубокие борозды делят каждое полушарие на четыре *доли*: *лобную*, *теменную*, *затылочную* и *височную* (рис. 95). Они примыкают к соответствующим костям и потому носят их названия. Центральная борозда отделяет лобную долю от теменной, боковая — височную долю от лобной и теменной.

В нейронах коры больших полушарий происходит анализ нервных импульсов, поступающих от органов чувств (рис. 96). Он осуществляется в чувствительных зонах, которые занимают среднюю и заднюю части головного мозга. Так, в затылочной доле сосредоточены нейроны зрительной зоны, в височной — слуховой. В теменной зоне, позади центральной извилины, находится зона кожно-мышечной чувствительности.

Обонятельные и вкусовые зоны находятся на внутренней поверхности височных долей. Центры, регулирующие активное поведение, находятся в передних частях головного мозга, в лобных долях коры больших полушарий. Двигательная зона расположена впереди центральной извилины.

Правое полушарие управляет органами левой части туловища и получает информацию от пространства слева. Левое полушарие регулирует работу органов правой части туловища и воспринимает информацию от пространства справа.

Основная особенность большого мозга человека заключается в том, что правое и левое полушария функционально различны. В левом полушарии, как правило, у правшей находятся

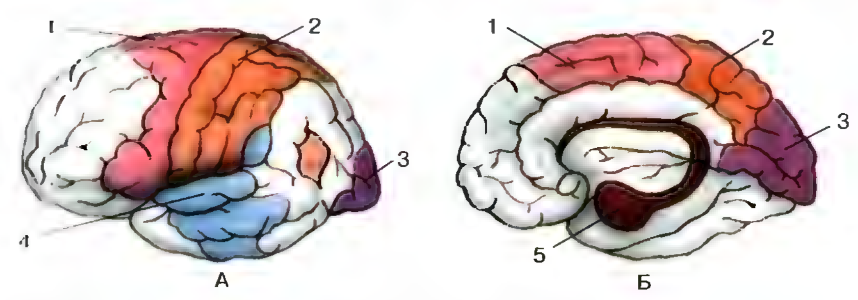



**Рис. 96.** *Основные зоны коры больших полушарий головного мозга человека с наружной* (А) *и внутренней* (Б) *сторон:*
1 — *двигательная;* 2 — *кожно-мышечной чувствительности;*
3 — *зрительная;* 4 — *слуховая;* 5 — *обонятельная и вкусовая*

центры речи. Здесь происходит анализ обстановки и связанных с ним действий по отдельным параметрам, вырабатываются обобщения, строятся логические выводы. Правое полушарие воспринимает обстановку в целом. Здесь возникают так называемые интуитивные решения. В правом полушарии происходит распознавание образов и мелодий, запоминание лиц.

В полушариях большого мозга образуются *временные связи* между сигнальными, условно-рефлекторными раздражителями и жизненно значимыми событиями. Благодаря этим связям накапливается индивидуальный опыт.

**Старая и новая кора большого мозга.** Старая кора имеется уже у рептилий. У млекопитающих ее появление связано с развитием обоняния. Она как пояс окружает основание мозга и включает подкорковые ядра (рис. 97). Здесь сосредоточены центры, связанные со сложными инстинктами, эмоциями, памятью. Старая кора дает возможность организму различать благоприятные и неблагоприятные события и реагировать на них испугом, радостью, агрессией, тревогой. Здесь в памяти хранится информация о пережитых событиях. Это дает возможность при сходных обстоятельствах предпринять действия, которые приведут к успеху. В отличие от новой коры, старая кора не может точно распознавать объекты, оценивать вероятность будущих событий и планировать ответы на их появление.

В новую кору поступает информация от внутренних органов и от органов чувств. В лобных долях из многочисленных потребностей отбирается самая важная и формируется цель деятельности, план достижения цели на основании анализа обстановки и прошлого опыта.

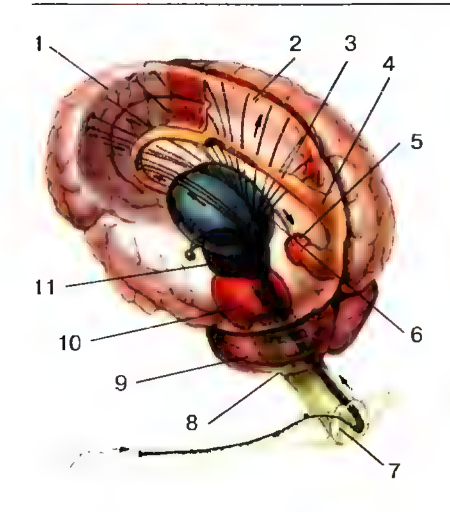



**Рис. 97.** *Положение новой и старой коры в головном мозге (часть новой коры удалена). Новая кора:* 1 — *кора лобной доли;* 2 — *зона кожно-мышечной чувствительности теменной доли.*
*Старая кора:* 3—4 — *гиппокамп;* 5 — *миндалевидное тело.*
*Остальные отделы мозга:* 6 — *таламус;* 7 — *спинной мозг с отходящими нервами;* 8 — *продолговатый мозг;* 9 — *мозжечок;* 10 — *мост;* 11 — *средний мозг*

Здесь с участием речевых центров вырабатываются сценарии будущего поведения. Они реализуются другими отделами головного и спинного мозга, связанными с исполнительными органами.

Сведения о достигнутых результатах приходят по обратным связям в лобные доли полушарий и, в зависимости от полученного эффекта, деятельность прекращается или продолжается в измененном виде.

**Передний мозг; промежуточный мозг: таламус, гипоталамус; полушария большого мозга, мозолистое тело, кора, борозды, извилины, доли мозга: чувствительные и моторные зоны; временные (условно-рефлекторные) связи; старая и новая кора.**



1. Какие отделы различают в переднем мозге?
2. Каковы функции таламуса и гипоталамуса?
3. Почему поверхность полушарий собрана в складки?
4. Как распределяется серое и белое вещество в полушариях большого мозга? Какие функции они выполняют?
5. В чем состоят функции старой коры?
6. Как распределяются функции между левым и правым полушариями большого мозга?
7. Какие связи в организме называют прямыми, а какие — обратными?

! Объясните, в каком полушарии произошло повреждение двигательных центров, если у больного наступил паралич правой ноги или руки.

## § 47. Соматический и автономный (вегетативный) отделы нервной системы

**1. Почему скелетные мышцы подвластны нашей воле, а сердце, сосуды и другие внутренние органы — нет?**
**2. Почему внутренние органы регулируются двумя подсистемами, влияние которых противоположно?**

**Значение функционального разделения нервной системы на соматический и автономный отделы.** В процессе эволюции позвоночных животных произошло разделение функций нервной системы.

Ее *соматический отдел* специализируется на восприятии информации, поступающей из окружающей среды, и управлении движениями тела в пространстве. *Автономный* (*вегетативный*) *отдел* управляет внутренними органами, гладкой мускулатурой и обменом веществ.

Разделение функций нервной системы дало большие преимущества в борьбе за существование. Постройка жилища, бегство от хищника, поиск пищи требовали точной ориентировки в окружающей среде и выработки определенной линии поведения, которая выражалась в произвольных движениях, регулируемых соматической системой. Организация же сложного «внутреннего хозяйства», например установление необходимого для данной работы ритма и силы сердечных сокращений, давления крови, продвижение пищи по желудку и кишечнику, проходила автоматически благодаря точно очерченной для каждого вида генетической программе, осуществляемой автономным отделом нервной системы.

Автономная нервная система слабо подчиняется волевому контролю, и в этом есть определенное ее преимущество, поскольку она не дает нам возможности вмешиваться в веками отлаженную программу работы внутренних органов.

**Соматическая нервная система** регулирует работу поперечнополосатой мышечной ткани скелетных мышц.

Высшим центром соматической нервной системы является кора больших полушарий. Сюда стекается вся информация от органов чувств к внутренней среде организма. Здесь изыскиваются способы удовлетворения потребностей. В лобных долях коры созревает план будущих действий, который реализуется соматической нервной системой. Цели человека много сложнее, чем цели животных, но и они в конечном счете сводятся к мышечному движению — будь то работа на станке, письмо, речевое общение или даже чтение (движение глаз, произнесение слов про себя и т. д.). Приспособление к природной и социальной среде, связанное с изменением поведения, осуществляется соматической нервной системой.

**Автономная (вегетативная) нервная система**, как и соматическая, имеет *центральную* и *периферическую части*. Высшим органом автономной нервной системы считается гипоталамус. Он регулирует не только автономную нервную систему, но и эндокринные железы через гипофиз.

Автономная нервная система подразделяется на два подотдела — *симпатический* и *парасимпатический* (рис. 98).

**Симпатический подотдел автономной нервной системы** называют системой *аварийных ситуаций*, так как он активизируется всякий раз, когда организм находится в напряжении. Его высшие центры расположены в боковых столбах верхней и средней частей спинного мозга. От них идут нервы к нервным узлам, расположенным вдоль позвоночника. Это *парные узлы нервного ствола*. Кроме того, имеются и дополнительные узлы, например в области живота — *солнечное сплетение*, а также в некоторых других местах.

Под влиянием симпатической иннервации сердце усиливает свою работу, повышается кровяное давление, увеличивается содержание сахара в крови, сосуды кожи сужаются, человек бледнеет. Органы пищеварения под действием симпатических нервов затормаживают свою деятельность.

**Парасимпатический подотдел автономной нервной системы.** Высшие парасимпатические центры находятся в стволе головного мозга и в крестцовой части спинного мозга. Самый крупный из них — *центр блуждающего нерва* — находится в продолговатом мозге на дне IV желудочка. Блуждающий нерв идет параллельно нервному стволу и дает ответвления ко многим внутренним органам. Нервные узлы парасимпатической системы располагаются либо в самих органах, либо недалеко от них (рис. 99).

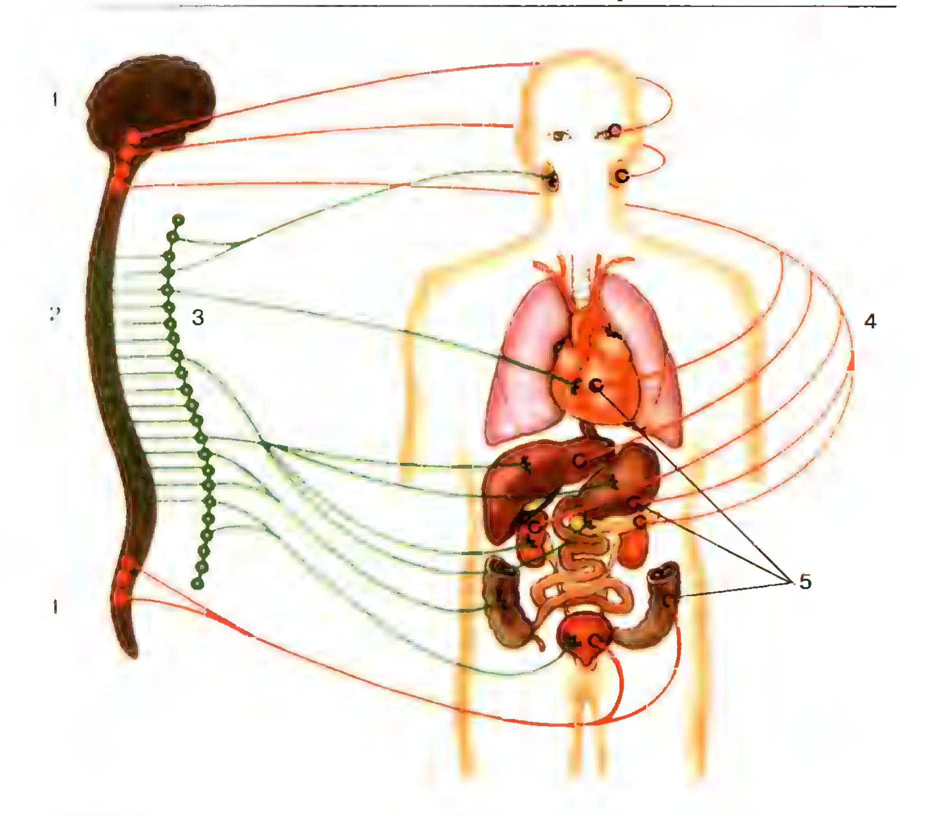



Рис. 98. *Схема строения автономной (вегетативной) нервной системы: 1 — парасимпатические ядра; 2 — симпатические ядра; 3 — узлы симпатического ствола; 4 — блуждающий нерв парасимпатической системы; 5 — парасимпатические узлы в органах*

Парасимпатическую систему называют *системой отбоя*. Она возвращает деятельность сердца в состояние покоя, уменьшает давление и содержание сахара в крови. Под ее влиянием дыхание становится более редким, но более глубоким, что позволяет избавиться от продуктов неполного окисления, оставшихся после напряженной работы. Блуждающий нерв расширяет кожные сосуды и активизирует органы пищеварения.

**Взаимодействие симпатического и парасимпатического подотделов.** Оба подотдела автономной нервной системы работают по *принципу дополнительности*. В состоянии ли покоя, в состоянии ли интенсивной работы находится человек, его

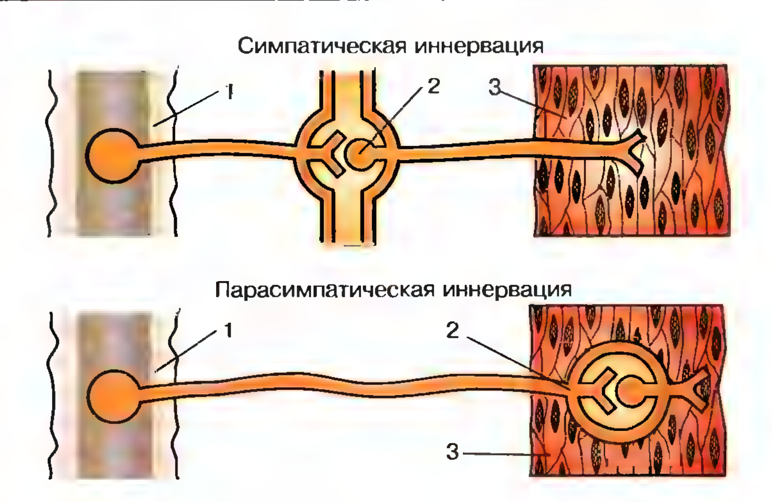



**Рис. 99.** *Схема симпатической и парасимпатической иннервации автономной (вегетативной) нервной системы:*
1 — *ядра автономной нервной системы, находящиеся в головном и спинном мозге*; 2 — *нервные узлы*; 3 — *иннервируемые органы*

внутренние органы и гладкие мышцы получают нервные импульсы как от симпатического, так и от парасимпатического подотделов.

Представим, что человек увидел на остановке нужный ему автобус и побежал. Включилась симпатическая система, просвет сосудов стал сужаться, давление повысилось, и скорость крови возросла. Но если сужение чрезмерно, просвет сосуда становится настолько узким, что кровь по нему вообще не может пройти (это бывает при спазмах сосудов). Но этого не происходит, так как по обратным связям в мозг идут сигналы о неблагополучии и включается парасимпатическая система, которая расширяет сосуды. Так находится оптимальная величина просвета сосудов, обеспечивающая необходимые давление и скорость крови.

---

**Соматический и автономный (вегетативный) отделы нервной системы; гипоталамус, симпатическая подсистема: узлы симпатического ствола; парасимпатическая подсистема: блуждающий нерв, вегетативные узлы.**

---

? Каковы функции симпатического и парасимпатического подотделов нервной системы? В чем проявляется их совместная работа?

! Известно, что симпатические нервы сужают кровеносные сосуды кожи, а парасимпатические нервы их расширяют. Ногтем проведите по коже. Почему вначале появляется белая полоска, а спустя некоторое время — красная? Объясните, почему через некоторое время эта полоска исчезает и никаких следов от раздражения не остается.

## *Основные положения главы 11*

Нервную систему образуют нейроны и другие клетки нервной ткани. Она регулирует работу органов и организма в целом, обеспечивая постоянство внутренней среды, согласованную работу органов, приспособление организма как целого к внешней среде, психическую деятельность.

Морфологически нервная система подразделяется на центральную часть (спинной и головной мозг) и периферическую часть (нервы и нервные узлы).

Спинной мозг находится в позвоночном канале, головной мозг в черепе. Тела нейронов спинного мозга сосредоточены в серых столбах, которые занимают центральную часть спинного мозга и тянутся вдоль всего позвоночника. Тела нейронов головного мозга расположены в сером веществе коры и ядрах, разбросанных среди белого вещества головного мозга. Белое вещество состоит из нервных волокон, связывающих различные центры головного и спинного мозга. В спинном мозге оно занимает его периферическую часть.

Головной мозг подразделяется на отделы: задний мозг, включающий продолговатый мозг, мост и мозжечок, средний мозг и передний мозг, состоящий из промежуточного мозга и полушарий большого мозга. Все отделы мозга выполняют проводниковую и рефлекторную функции.

Работа центральной нервной системы многоуровневая. Спинной и низшие отделы головного мозга находятся под контролем высших отделов. Самую сложную функцию выполняют полушария большого мозга. Его старая кора получает и хранит информацию о прошлых событиях и использует их в сходных условиях. Новая кора получает информацию от всех органов чувств и использует ее для удовлетворения возникающих потребностей, прогнозируя будущие события и ответы на них. В лобных долях коры головного мозга формируются цели

деятельности и разрабатывается программа действий, через низшие отделы мозга ее «приказы» поступают к органам, а по обратным связям от органов идут сигналы о выполнении этих «приказов» и их эффективности.

Функционально нервная система образует два отдела: соматический и автономный. Соматический отдел регулирует поведение человека и животного во внешней среде, он связан с работой скелетных мышц, которые контролируются желаниями и волей человека. Автономный отдел регулирует работу гладких мышц, внутренних органов, кровеносных сосудов. Он слабо подчиняется волевому контролю и действует по программе, сформировавшейся в результате естественного отбора и закрепленной наследственностью организма.

Автономный отдел состоит из двух подотделов — симпатического и парасимпатического, которые действуют по принципу дополнительности. Благодаря их совместной работе устанавливается оптимальный режим работы внутренних органов для каждой конкретной ситуации.

Глава 12

# Анализаторы. Органы чувств



## Из этой главы вы узнаете,

*как работают органы чувств и анализатор в целом, как предупредить возможные нарушения их работы, насколько истинна получаемая нами информация*

## Вы научитесь

*оценивать работу органов чувств, предупреждать зрительные и слуховые расстройства, овладеете некоторыми методами тренировки ряда анализаторов*

## § 48. Анализаторы

**1. Чем анализатор отличается от органа чувств?**
**2. В чем выражена специфичность анализатора?**
**3. Что такое иллюзии и отчего они происходят?**
**4. Верную ли информацию о внешнем мире дают нам анализаторы?**

**Ощущения. Строение и функции анализаторов.** Долгое время считалось, что окружающий мир мы познаем только с помощью органов чувств: глазами видим, ушами слышим, языком ощущаем вкус, носом чувствуем запахи, кожей — шероховатость, давление, температуру. На самом деле органы чувств являются лишь начальным звеном восприятия. Оптика нашего глаза фокусирует изображение на зрительные рецепторы сетчатки глаза. Ухо превращает звуковые колебания в механические колебания жидкости внутреннего уха, которые улавливаются слуховыми рецепторами. В любом случае анализ внешних событий и внутренних ощущений начинается с раздражения *рецепторов* — чувствительных нервных окончаний, или более сложных образований, реагирующих на физические или химические показатели окружающей их среды, и кончается в нейронах головного мозга.

Рецепторы строго специализированы. Каждая их группа способна воспринимать и переводить на понятный нервной системе язык электрохимических сигналов, то есть нервных импульсов, только определенный набор раздражений. Но их опознание возможно только в коре большого мозга, где показания всех рецепторов, вызванные раздражением предмета, объединяются в единый образ.

*Анализаторами* называют системы, состоящие из рецепторов, проводящих путей и центров в коре большого мозга. Каждый анализатор обладает своей модальностью, то есть способом получения своей информации: зрительной, слуховой, вкусовой и т. д. Возбуждения, возникающие в рецепторах органов зрения, слуха, прикосновения, имеют одну и ту же природу — электрохимические сигналы в форме *потока нервных импульсов*. Но путаницы не происходит, потому что каждый из нервных импульсов поступает в соответствующую ему зону ко-

ры большого мозга. Здесь, в первичных чувствительных зонах, происходит анализ ощущений, во вторичных зонах — формирование образов, полученных от органов чувств одной *модальности* (например, только от зрения, или только от слуха или осязания). Наконец, в третичных зонах коры воспроизводятся образы или ситуации, полученные от органов чувств разных модальностей, например от зрения и слуха.

**Значение анализаторов.** События, которые развертываются перед нами в данный момент, мы воспринимаем четко и ярко. Но мы можем представить себе и прошлые события, хотя они не будут такие яркие. Поэтому спутать их с образами живой действительности невозможно. (Правда, при некоторых заболеваниях могут возникать в сознании образы, которых на самом деле нет. Тогда говорят о *галлюцинациях*. Их появление может привести больного к ошибочным, а то и опасным действиям.)

**Достоверность получаемой информации.** Как правило, анализаторы дают верное представление об окружающей действительности. Однако возможны и ошибки, которые связаны с воздействием на рецепторы раздражителей, которые им не свойственны. Например, при механическом раздражении рецепторов глаза (надавливание на глазное яблоко, удар) могут возникать различные световые ощущения, будто «искры из глаз». Однако такие ощущения трудно спутать с картинами окружающей обстановки, потому что эти изображения возникают как бы внутри глаза.

Некоторые ошибки восприятия вызываются физическими причинами. Ложка, опущенная в стакан с водой, кажется сломанной, поскольку преломление света в воде и в воздухе различно. Кажущиеся (ошибочные) изображения называют *иллюзиями*.

Несмотря на иллюзорные восприятия, мы получаем более или менее верное представление об окружающей нас действительности, поскольку анализаторы взаимно дополняют и уточняют друг друга. Важное значение имеет и прошлый опыт. Например, может показаться, что вдали рельсы сходятся в одной точке. Но сколько бы мы ни пытались этой точки достичь, она все время как бы отодвигается, то есть постоянно находится от нас на одном и том же расстоянии. В конце концов, человек приходит к твердому убеждению, что схождение рельсов в одной точке лишь кажущееся, что это — иллюзия.

**Орган чувств, анализатор, модальность, рецепторы, нервные пути, чувствительные зоны коры большого мозга: первичные, вторичные, третичные; галлюцинации, иллюзии.**

? 1. В чем выражается специализация рецепторов и органов чувств?
2. Что входит в состав анализаторов?
3. Всегда ли правильно отражают наши анализаторы окружающую действительность?

! Объясните, как можно исправить ошибки восприятия, если они есть.

## § 49. Зрительный анализатор

**1. В чем уникальность зрения?**
**2. Как защищено глазное яблоко? Каково его строение?**
**3. Какую функцию выполняют глазные мышцы?**
**4. Как функционирует зрительный анализатор в целом?**

**Значение зрения.** Уникальность зрения по сравнению с другими анализаторами состоит в том, что оно позволяет не только опознавать предмет, но и определять его место в пространстве, следить за перемещениями.

Более 95% информации человек получает с помощью зрения.

**Положение и строение глаза.** Глаза, точнее *глазные яблоки* (рис. 100), расположены в *глазницах* — парных углублениях черепа (рис. 100). В глубине глазницы заметна щель, через которую в глаз входят сосуды и нервы. К глазному яблоку подходят мышцы, которые могут перемещать его в разные стороны. Спереди глаз защищен *веками*, *ресницами* и *бровями*.

В верхнем углу глаза со стороны щеки находится *слезная железа* (рис. 101). При опускании подвижного верхнего века железа выделяет *слезы*, которые увлажняют и промывают глаз. Слезная жидкость от наружного верхнего угла глаза идет в нижний внутренний угол и отсюда попадает в слезный ка-

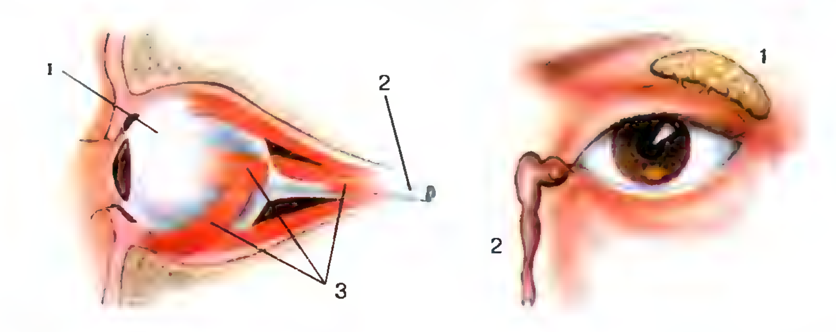



**Рис. 100.** *Положение глазного яблока в глазнице:*
1 — *глазное яблоко;* 2 — *зрительный нерв;* 3 — *мышцы, приводящие в движение глазное яблоко*

**Рис. 101.** *Слезный аппарат:*
1 — *слезная железа;*
2 — *носослезный канал*

нал, который выводит избыток слез в носовую полость. Именно поэтому плачущий человек начинает хлюпать носом.

Снаружи глазное яблоко заключено в *белочную оболочку*, или *склеру*, которая в передней части переходит в прозрачную *роговицу*. Это самая сильная «линза» глаза.

За склерой находится *сосудистая оболочка*. Она черная, благодаря чему свет внутри глаза не рассеивается. В передней части глаза сосудистая оболочка переходит в *радужную*. Цвет радужной оболочки и определяет цвет глаз.

В середине радужной оболочки находится круглое отверстие — *зрачок*. Он играет роль диафрагмы фотоаппарата: благодаря клеткам гладкой мышечной ткани зрачок может расширяться и суживаться, пропуская количество света, необходимое для рассмотрения предмета.

За зрачком располагается *хрусталик*, напоминающий двояковыпуклую линзу. С помощью окружающих его гладких мышц, образующих ресничное тело, хрусталик может менять форму: становиться то более выпуклым, то более плоским. (Хрусталик можно сравнить с механизмом точной настройки резкости изображения в оптических приборах.) Когда предмет находится далеко от глаз, хрусталик делается более плоским, когда близко — более выпуклым, фокусируя световые лучи на задней внутренней стенке глаза, которая называется *сетчатой оболочкой* или *сетчаткой* (рис. 102). Сетчатая оболочка — тонкий и очень нежный слой клеток — зрительных рецепторов.

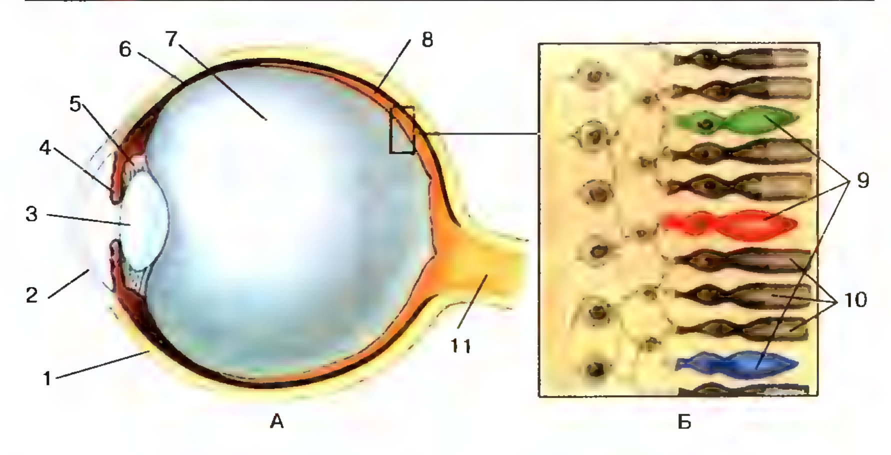



**Рис. 102.** *Строение глаза.*
А — *внутреннее строение глаза*; Б — *восприятие света*: 1 — *склера (белочная оболочка)*; 2 — *роговица*; 3 — *хрусталик*; 4 — *радужная оболочка со зрачком*; 5 — *ресничное тело*; 6 — *сосудистая оболочка*; 7 — *стекловидное тело*; 8 — *сетчатка*; 9 — *колбочки*; 10 — *палочки*; 11 — *зрительный нерв*

Внутренняя часть глаза заполнена *стекловидным телом*, а пространство между роговицей и радужкой, между радужкой и хрусталиком — прозрачной жидкостью. Поэтому внутри глаза свет проходит через однородную *прозрачную среду*.

**Ход лучей через прозрачную среду глаза.** Световой поток из воздушной среды проходит через роговицу и преломляется в ней, так как ее оптическая плотность близка к оптической плотности воды. На пути светового потока располагается радужка, которая пропускает его через зрачок. Если свет, попадающий на сетчатку, слишком яркий, зрачок суживается до диаметра, при котором освещенность на сетчатке станет оптимальной. Если освещенность слабая — зрачок расширяется.

В этом процессе участвует автономная нервная система: блуждающий нерв суживает зрачок, а симпатический — расширяет (см. рис. 98). Благодаря совместной работе этих нервов устанавливается нужный диаметр зрачка.

С помощью аналогичных рефлексов (см. ранее) изменяется и кривизна хрусталика. Пройдя через стекловидное тело, лучи света попадают на сетчатку, где образуется уменьшенное обратное изображение видимого.

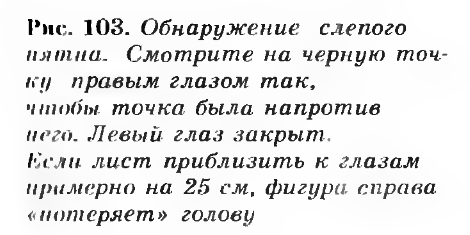




**Рис. 103.** *Обнаружение слепого пятна. Смотрите на черную точку правым глазом так, чтобы точка была напротив него. Левый глаз закрыт. Если лист приблизить к глазам примерно на 25 см, фигура справа «потеряет» голову*

**Строение сетчатки.** Рецепторы сетчатки — клетки в форме *палочек* и *колбочек*. Они примыкают к черной сосудистой оболочке. Ее волоконца окружают каждую из этих клеток с боков и сзади, образуя черный футляр, обращенный открытой стороной к свету.

Колбочки обладают меньшей светочувствительностью, но способны реагировать на цвет. Они сосредоточены преимущественно в центральной части сетчатки, в так называемом *желтом пятне*. В остальной части сетчатки находятся и колбочки, и палочки, однако по ее периферии преобладают палочки. Последние передают только черно-белое изображение. Зато они обладают большей чувствительностью и могут действовать даже при слабом освещении. Перед палочками и колбочками располагаются нервные клетки, которые воспринимают и обрабатывают информацию, полученную от зрительных рецепторов. (Свет проходит через них.) Аксоны нейронов образуют *зрительный нерв*. В месте, где он выходит из глаза, зрительных рецепторов нет. Здесь находится *слепое пятно*, которое, как правило, человеком не замечается, но его можно выявить довольно простыми опытами (рис. 103).

**Корковая часть зрительного анализатора.** Зрительные нервные пути устроены так, что левая часть поля зрения от обоих глаз попадает в правое полушарие коры большого мозга, а правая часть поля зрения — в левое. Если изображения от правого и левого глаза попадают в соответствующие мозговые центры, то они создают единое объемное изобра-

жение. Зрение двумя глазами называют *бинокулярным зрением*.

Итак, на сетчатке получается уменьшенное и обратное изображение предмета, но мы видим изображение прямое и в реальных размерах. Почему? Это происходит потому, что наряду со зрительными образами в мозг поступают нервные импульсы от глазных мышц. Нетрудно убедиться: когда мы смотрим вверх, зрачки движутся вверх, а когда вниз — то и зрачки опускаются вниз. Более того, глазные мышцы работают непрерывно. Они как бы описывают контуры предмета, а эти движения фиксируются головным мозгом и могут воспроизводиться другими органами, например рукой. О том, что это возможно, говорит тот факт, что, научившись писать рукой, мы можем знакомые буквы изобразить ногой или даже, зажав в зубах карандаш.

Бинокулярное зрение не только позволяет воспринимать объемное изображение, поскольку одновременно охватывается и левая, и правая части объекта, но и определять расстояние до него. Чем дальше предмет, тем мельче его изображение на сетчатке. Это помогает нам определять расстояние до предмета.

---

**Глазное яблоко, глазница, глазные мышцы, слезная железа, слезный канал, белочная оболочка (склера), роговая оболочка (роговица), зрачок, радужная оболочка (радужка), хрусталик, ресничное тело, стекловидное тело, сетчатка, палочки и колбочки, желтое пятно, слепое пятно, бинокулярное зрение.**

---



1. Какие функции выполняют брови, ресницы, веки, слезные железы?
2. Что такое зрачок? Каковы его функции?
3. Как работает хрусталик?
4. Где располагаются колбочки и палочки? Каковы их свойства?
5. Из каких частей состоит зрительный анализатор и как работает его корковая часть?

!

1. Нарисуйте схему глазного яблока.
2. Покажите ход лучей через прозрачную среду глаза.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

***Иллюзия, связанная с бинокулярным зрением***

*Оборудование*: трубка, свернутая из листа бумаги.

*Ход работы*

Один конец трубки приставьте к правому глазу. Ко второму концу трубки приставьте левую руку так, чтобы трубка лежала между большим и указательным пальцами. Оба глаза открыты и должны смотреть вдаль. Если изображения, полученные в правом и левом глазах, попадут на соответствующие участки коры большого мозга, возникнет иллюзия — «дырка в ладони».

## § 50. Гигиена зрения. Предупреждение глазных болезней

**1. Как уберечься от конъюнктивита?**
**2. Чем близорукий и дальнозоркий глаз отличается от нормального?**
**3. Как подбираются очки?**
**4. В чем причина косоглазия?**
**5. Что делать при глазных травмах?**

**Предупреждение глазных инфекций.** Наиболее уязвима к инфекции соединительная прозрачная оболочка глаза — *конъюнктива*. Она покрывает заднюю поверхность век и переднюю часть глаза до роговицы. Конъюнктива выделяет слизь, снижающую трение век при мигании. При раздражении пылью, химическими веществами она краснеет и нагнаивается. Возникает *конъюнктивит*. Глаза чешутся, болят, слезятся. Иногда ощущается неприятная резь. Характерным признаком конъюнктивита является слипание глаз от гноя по утрам.

Причиной конъюнктивита могут быть микробы или вирусы, которые заносятся в глаз грязными руками или воздушно-капельным путем, подобно гриппу. Бывает аллергический конъюнктивит.

**Предупреждение близорукости и дальнозоркости.** В норме, при расслаблении мышц ресничного тела, параллельные лучи света, пройдя хрусталик, попадают на сетчатку. В *близоруких* глазах изображение фокусируется перед сетчаткой,

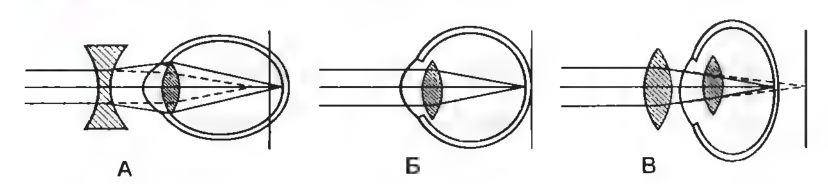



**Рис. 104.** *Фокусировка лучей, попадающих в глаз от удаленного предмета:* А — *у близорукого человека;* Б — *у человека с нормальным зрением;* В — *у дальнозоркого человека*

в *дальнозорких* — позади нее. В обоих случаях изображение на ней оказывается нечетким (рис. 104). В результате близорукие относительно хорошо видят детали близко расположенных предметов, но плохо видят вдаль. Напротив, дальнозоркие хорошо видят отдаленные предметы, но плохо видят то, что расположено вблизи от глаз. Исправить этот дефект удается с помощью очков. Близоруким назначают двояковогнутые линзы очков, рассеивающие свет, дальнозорким — двояковыпуклые линзы, усиливающие преломление лучей.

Единица измерения преломляющей силы линз называется *диоптрией.* Линзы для близоруких — с отрицательными диоптриями, а линзы для дальнозорких — с положительными. Стекла очков подбираются для каждого глаза отдельно и индивидуально каждому человеку. Например, рецепт на очки OD = −5D, OS = −4D означает: очки для близорукого человека, линза для правого глаза минус 5 диоптрий, линза для левого глаза минус 4 диоптрии.

Если при чтении в очках наблюдается один из следующих симптомов: глаза слезятся, возникает резь, болит голова, то одной из причин этого могут быть неправильно подобранные очки.

Нарушения преломляющей способности глаза могут быть следствием нарушений гигиены зрения, таких как привычка слишком низко наклоняться над книгой, а также чтение в транспорте или лежа, при недостаточном освещении, при источнике света, расположенном справа, при бликующей поверхности рабочего стола.

Дети, как правило, рождаются дальнозоркими, но хрусталик до поры до времени компенсирует этот недостаток. В пожилом возрасте хрусталик не может изменять свою кривизну в прежней степени, а дальнозоркость становится очевидной. Поэтому к старости большинство людей становятся дальнозоркими и вынуждены пользоваться очками.

**Предупреждение косоглазия.** Информация в головной мозг поступает отдельно от каждого глаза и попадает на соответствующие участки зрительной зоны коры большого мозга. Если преломление в левом и правом глазах неодинаково, а на сетчатке возникает резкое изображение от одного глаза и расплывчатое от другого, то второй глаз отключается, зрачок перемещается в сторону носа или виска. Информация от него идет слабая и не мешает работающему глазу. Без систематичеких упражнений зрение в косящем глазу падает. Если не лечиться, то этот глаз может вообще утратить способность видеть. Исправить положение позволяют очки. Если они подобраны вовремя, то зрение двумя глазами может восстановиться.

**Борьба с помутнением хрусталика — катарактой.** Хрусталик состоит из прозрачных клеток эпителиальной ткани. С возрастом в этих клетках может возникнуть кристаллизация. Тогда прозрачность хрусталика нарушается — возникает *катаракта.* Этому способствуют нарушения обмена веществ, травмы, отравления ртутьсодержащими веществами, радиоактивное облучение.

Помутневший хрусталик офтальмологи (глазные врачи) удаляют. Больному выписывают очки с большими диоптриями. Применяется также искусственный хрусталик, который заменяет удаленный.

**Травмы глаз.** Ушибы, ранения, термические и химические ожоги очень опасны для глаз, так как могут стать причиной помутнения роговицы — образования *бельма*, что ведет к потере зрения.

Попавшие в глаз мелкие пылинки можно извлечь чистым носовым платком. При ранении глаза, особенно при нарушении его оболочек, нельзя пытаться самим извлечь попавшие в глаз предметы. Это может привести к вытеканию содержимого глазного яблока и гибели глаза. Следует наложить повязку и срочно доставить пострадавшего к врачу.

Причиной ранения может стать неосторожное обращение с острыми предметами, стрельба из рогаток, метание камней и т. п. На производстве опасно несоблюдение техники безопасности: работа по электросварке, на слесарных и токарных станках без защитных очков или с отключением защитных приспособлений.

Ожоги глаз часто являются следствием небрежного обращения с огнем и паром. Искра может попасть в глаз, пар из кипящей кастрюли или чайника может обжечь лицо и глаза, если

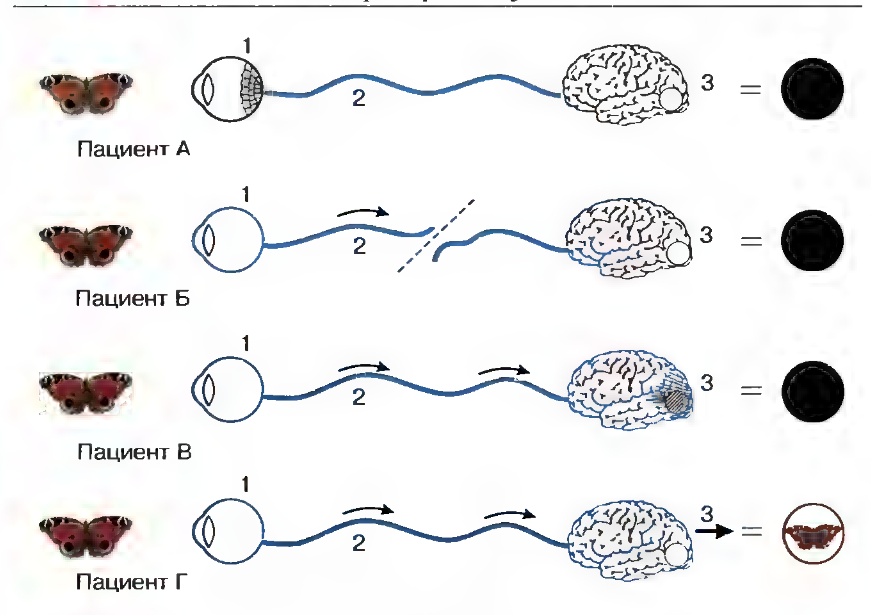



**Рис. 105.** *Анализаторы здорового и больных пациентов*

склоняться низко над ними. Надо следить, чтобы носик кипящего чайника не был обращен к вам, так как и в этом случае возможны ожоги.

Оказывая первую помощь при термических ожогах, прежде всего глаз надо промыть проточной холодной водой. При попадании в глаз кислот, щелочей и других едких веществ надо особенно тщательно промыть его большим количеством чистой холодной воды, чтобы хорошо отмыть его от химикатов.

---

**Глазные инфекции, конъюнктива, конъюнктивит, близорукость, дальнозоркость, мышцы ресничного тела, преломляющая способность глаза, диоптрия, бельмо.**

---

?

**1.** Назовите причины конъюнктивита. Какую помощь надо оказать пострадавшему? Как предупредить это заболевание?
**2.** Чем различается близорукое и дальнозоркое зрение?
**3.** Что такое бельмо и катаракта?

!

**1.** Объясните, что делать при ранении глаз, термических и химических ожогах.

2. Рассмотрите рисунок 105. Укажите, у кого из пациентов зрение нормальное и какими нарушениями зрения страдают другие.

## § 51. Слуховой анализатор

**1. Что общего между зрительным и слуховым анализаторами?**
**2. Каково строение и функции наружного, среднего и внутреннего уха?**
**3. Как звуковая волна преобразуется в наружном, среднем и внутреннем ухе?**
**4. Что происходит в слуховых рецепторах?**
**5. Как сохранить хороший слух?**

**Значение слуха.** Как и зрение, слух дает возможность воспринимать информацию на значительном расстоянии. С помощью слуха животные обнаруживают добычу, спасаются от хищников, общаются. Важен слух и для человека, так как с этим анализатором связана членораздельная речь. Лишившиеся в раннем детстве слуха люди теряют способность произносить слова. Требуется длительная лечебная тренировка по специальной методике, чтобы глухой от рождения человек мог говорить.

**Строение органа слуха.** Как и любой другой анализатор, слуховой тоже состоит из трех частей: *слухового рецептора, слухового нерва* с его проводящими путями и слуховой зоны *коры больших полушарий* головного мозга, где происходят анализ и оценка звуковых раздражений.

В органе слуха различают наружное, среднее и внутреннее ухо (рис. 106).

**Наружное ухо** состоит из *ушной раковины* и наружного *слухового прохода*. Покрытые кожей ушные раковины состоят из хряща. Они улавливают звуки и направляют их в слуховой проход. Он покрыт кожей и состоит из наружной хрящевой части и внутренней — костной. В глубине слухового прохода имеются волосы и кожные железы, выделяющие липкое желтое вещество, называемое ушной серой. Она задерживает пыль и уничтожает микроорганизмы. Внутренний конец наружного слухового прохода затянут *барабанной перепонкой*, кото-

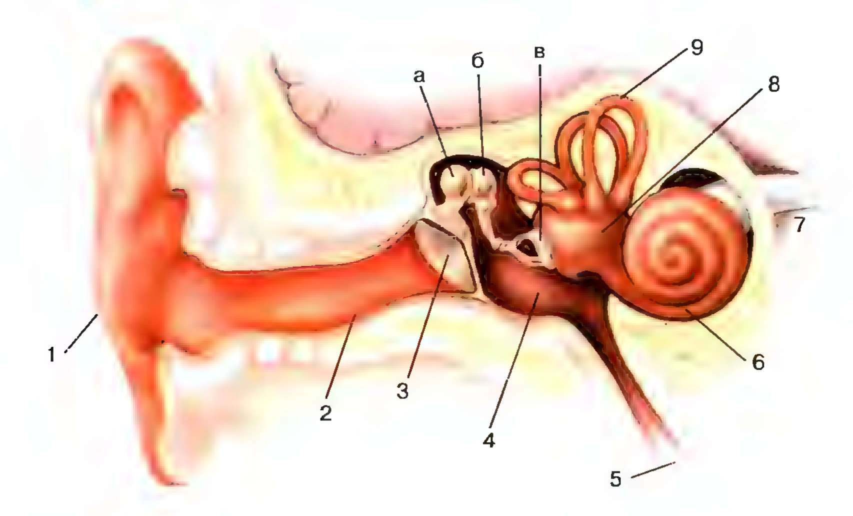


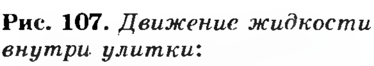

**Рис. 106.** *Строение уха и вестибулярного аппарата. Наружное ухо*: 1 — *ушная раковина*; 2 — *слуховой проход*; 3 — *барабанная перепонка. Среднее ухо:* 4 — *полость среднего уха*; 5 — *слуховая труба*; *косточки среднего уха*: *молоточек* (а), *наковальня* (б), *стремечко* (в); *внутреннее ухо*: 6 — *улитка*; 7 — *слуховой нерв. Вестибулярный аппарат*: 8 — *преддверие с мешочками*; 9 — *полукружные каналы*

рая преобразует воздушные звуковые волны в механические колебания.

**Среднее ухо** представляет собой полость, заполненную воздухом. В ней имеются три *слуховых косточки*. Одна из них, *молоточек*, упирается в барабанную перепонку, вторая, *стремечко*, в перепонку *овального окна*, которое ведет во внутреннее ухо. Третья косточка, *наковальня*, находится между ними. Получается система костных рычагов, примерно в 20 раз увеличивающая силу воздействия колебаний барабанной перепонки.

Полость среднего уха с помощью слуховой трубы сообщается с полостью глотки. При глотании вход в слуховую трубу открывается, и давление воздуха в среднем ухе становится равным атмосферному. Благодаря этому барабанная перепонка не выгибается в ту сторону, где давление меньше.

**Внутреннее ухо** отделено от среднего костной пластинкой с двумя отверстиями — овальным и круглым. Они также затянуты перепонками. Внутреннее ухо представляет собой



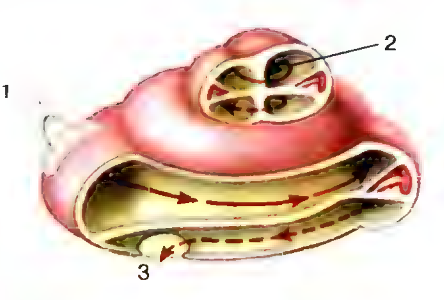



**Рис. 107.** *Движение жидкости внутри улитки:*
1 — *овальное окно;*
2 — *вершина улитки;*
3 — *круглое окно*

*костный лабиринт*, состоящий из системы полостей и канальцев, расположенных в глубине височной кости. Внутри этого лабиринта, как в футляре, находится *перепончатый лабиринт*. В нем имеется два разных органа: орган слуха и орган равновесия — *вестибулярный аппарат*. Все полости лабиринта заполнены жидкостью.

Орган слуха находится в *улитке*. Ее спирально закрученный канал огибает горизонтальную ось в 2,5—2,75 оборота. Он разделен продольными перегородками на верхнюю, среднюю и нижнюю части.

Рецепторы слуха находятся в спиральном органе, расположенном в средней части канала. Наполняющая его жидкость изолирована от остальной: колебания передаются через тонкие мембраны.

Продольные колебания воздуха, несущие звук, вызывают механические колебания барабанной перепонки. С помощью слуховых косточек оно передается перепонке овального окна, а через нее — жидкости внутреннего уха (рис. 107). Эти колебания вызывают раздражение рецепторов спирального органа (рис. 108), возникающие возбуждения поступают в слуховую зону коры большого мозга и здесь формируются в слуховые ощущения.

Каждое полушарие получает информацию от обоих ушей, благодаря чему становится возможным определять источник звука и его направление. Если звучащий предмет находится слева, то импульсы от левого уха приходят в мозг раньше, чем от правого. Эта небольшая разница во времени и позволяет не только определять направление, но и воспринимать звуковые источники из разных участков пространства. Такое звучание называется *объемным* или *стереофоническим*.

**Гигиена органов слуха** начинается с ежедневного мытья ушей. В наружном слуховом проходе, ведущем от ушной ра-

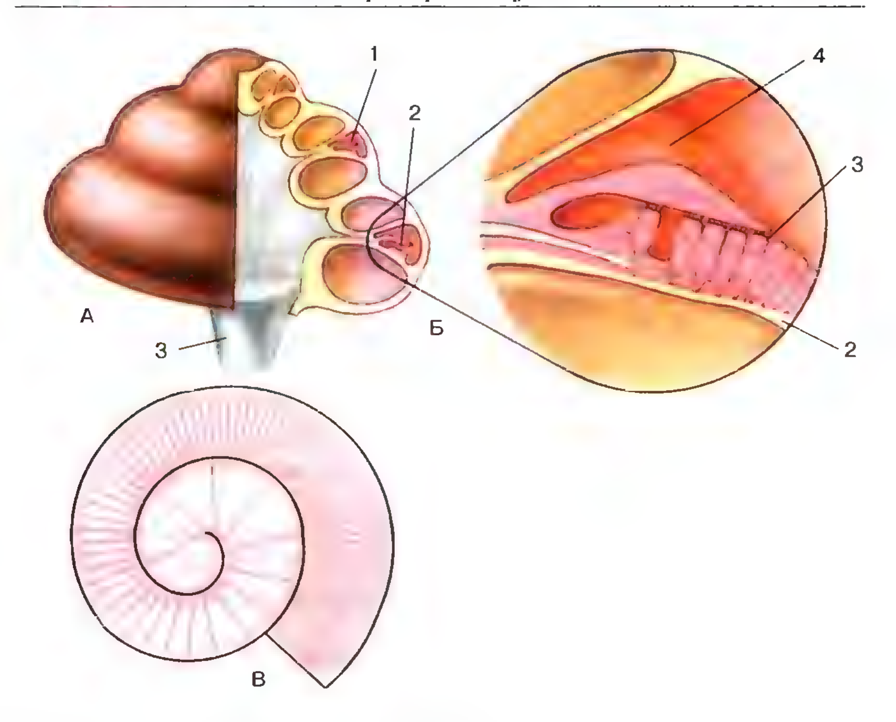



**Рис. 108.** *Спиральный орган в улитке.*
А — *вскрытая улитка*: 1 — *положение спирального органа в улитке*; 2 — *основная мембрана*; 3 — *слуховой нерв*;
Б — *спиральный орган*: 2 — *основная мембрана*; 3 — *волосковые клетки* (*рецепторы слуха*); 4 — *покровная пластинка*;
В — *основная мембрана, состоящая из волокон разной длины и толщины, несущих волосковые клетки* (*вид сверху*) *и способных отзываться на звуки разной высоты. Деформация волосков клеток* (3) *при колебании основной мембраны вызывает возбуждение слуховых рецепторов*

ковины к барабанной перепонке, постоянно выделяется *ушная сера*. Она содержит смягчающие и противомикробные вещества. Накопление ушной серы может привести к закупорке наружного слухового прохода и ухудшению слуха. Чистить уши спичкой, булавкой и прочими твердыми предметами, чтобы удалить ушную серу, не рекомендуется.

Воспаление слизистой оболочки носа и горла приводит к тому, что слуховая труба заполняется слизью и давление воздуха в среднем ухе не может сравняться с наружным давлением. При этом человек испытывает своеобразное ощущение — за-

ложенность в ушах. При насморке очищать носовые ходы надо поочередно, чтобы через слуховые трубы потоки воздуха не прорывались в среднее ухо, когда выход воздуха наружу будет заблокирован.

Особенно опасно *воспаление среднего уха*. Оно сопровождается сильной болью и может привести к нарушению подвижности слуховых косточек, снижению слуха. Поражение слуховых рецепторов и слухового нерва может вести к глухоте.

Систематическое пребывание в шумной обстановке или кратковременное, но весьма интенсивное воздействие звука может привести к *тугоухости*. Длительное пребывание в среде, «загрязненной» избыточными звуками («звуковой шум»), ведет к повышению раздражительности, ухудшению сна, головным болям, повышению артериального давления.

**Наружное ухо: ушная раковина, слуховой проход, барабанная перепонка; среднее ухо: слуховые косточки, слуховая труба, перепонка овального и круглого окна; внутреннее ухо: костный лабиринт, перепончатый лабиринт, улитка, рецепторы слуха; стереофоническое звучание; воспаление среднего уха, тугоухость.**

?

1. Каково значение слуха?
2. Каково различие в понятиях «орган слуха» и «слуховой анализатор»?
3. Как и куда передаются звуковые колебания от барабанной перепонки?
4. Какое влияние на орган слуха и центральную нервную систему может оказать громкая музыка?

!

Определение остроты слуха. Приставьте к уху механические часы и отставляйте их от себя до тех пор, пока не перестанете слышать их тиканье. В момент исчезновения звука измерьте расстояние (в см) между часами и ухом. Чем оно больше, тем лучше слуховая чувствительность. Теперь приближайте издалека часы к уху до появления едва заметного звука. Измерьте также расстояние. Вычислите среднюю цифру. Таким образом найдите свою слуховую чувствительность.

# § 52. Органы равновесия, кожно-мышечной чувствительности, обоняния и вкуса

**1. Как функционируют органы равновесия?**
**2. Почему мышечное чувство и кожная чувствительность не отделимы при осязании?**
**3. Как действуют анализаторы вкуса и обоняния?**
**4. Как устанавливается ложность иллюзорных восприятий?**

**Органы равновесия.** Ориентация тела в пространстве осуществляется вестибулярным аппаратом (см. рис. 109). Он находится в глубине пирамиды височной кости, рядом с улиткой внутреннего уха. Вестибулярный аппарат состоит из двух *мешочков* и трех *полукружных каналов*. Каналы расположены в трех взаимоперпендикулярных направлениях. Это соответствует трем измерениям пространства (высоте, длине, ширине) и позволяет определять положение и перемещение тела в пространстве.

Рецепторы вестибулярного аппарата представляют собой волосковые клетки. Они находятся в стенках мешочков и полукружных каналов. Мешочки заполнены густой жидкостью, в которой находятся небольшие кристаллики солей кальция. Если голова находится в вертикальном положении, давление приходится на волоски клеток, находящихся на дне мешочка. Если положение головы меняется, давление смещается на боковые его стенки (рис. 109).

Полукружные каналы представляют собой, как и мешочки, замкнутые резервуары с жидкостью. При вращательных движениях тела жидкость в определенном канальце либо отстает в движении, либо продолжает двигаться по инерции, приводя к отклонению чувствительных волосков и возбуждению рецепторов.

От рецепторов вестибулярного аппарата нервные импульсы идут в центральную нервную систему. На уровне среднего мозга центры вестибулярного анализатора образуют тесные связи с центрами глазодвигательного нерва. Этим, в частности, и объясняется иллюзия движения предметов по кругу, после того как мы прекращаем вращение.

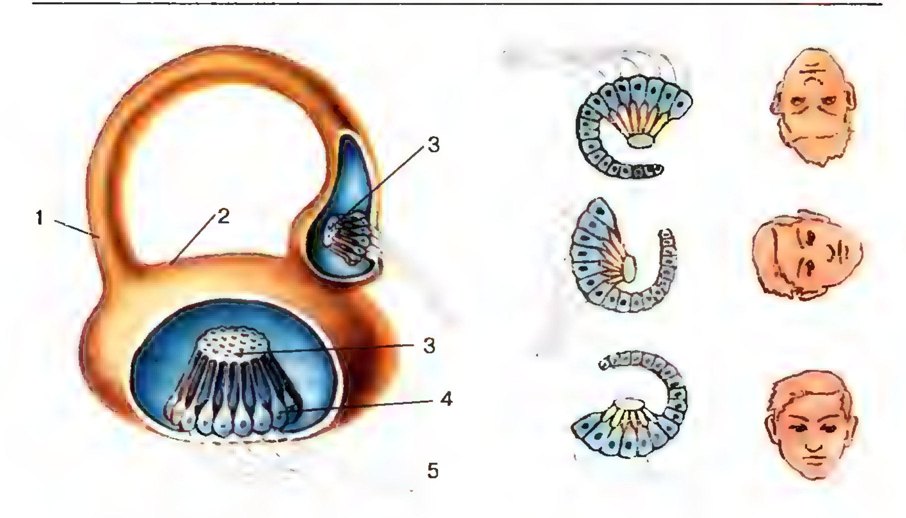



**Рис. 109.** *Строение и функции вестибулярного аппарата:*
1 — *полукружный канал;* 2 — *мешочек;* 3 — *известковые кристаллики;* 4 — *волосковые клетки;* 5 — *нервные волокна;*
*справа — изменения в органах равновесия при разном положении головы*

Вестибулярные центры тесно связаны с мозжечком и гипоталамусом, из-за чего при укачивании у человека теряется координация движения и возникает тошнота. Заканчивается вестибулярный анализатор в коре большого мозга. Его участие в осуществлении сознательных движений позволяет управлять телом в пространстве.

**Мышечное чувство.** В стенках мышц и сухожилий находятся рецепторы, регистрирующие растяжение и степень сокращения мышц. Они постоянно посылают в мозг нервные импульсы, соответствующие положению мышцы. Более того, человеку достаточно представить будущее движение, как рецепторы определяют, на какую величину мышца должна сократиться, чтобы это движение осуществилось.

В начале приобретения спортивного или трудового навыка человек вынужден контролировать зрением каждое свое движение. После того как навык выработан, надобность в зрительном контроле отпадает. Например, машинистка печатает «слепым» методом, пианист не смотрит на клавиши перед тем, как взять аккорд. Контроль мозга за этими движениями становится автоматическим. Он возможен благодаря мышечному чувству.

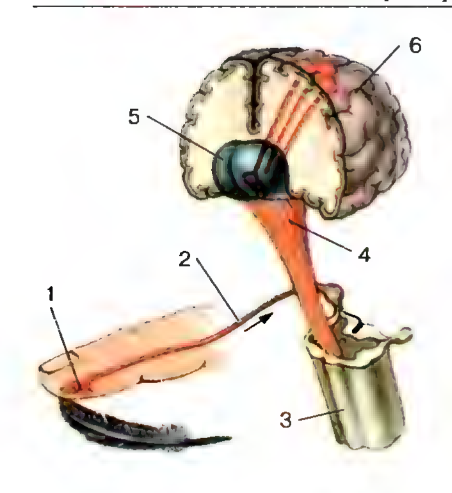



**Рис. 110.** *Тактильный анализатор:*
1 — *рецептор;* 2 — *чувствительный нейрон спинномозгового узла;* 3 — *спинной мозг;* 4 — *восходящие нервные пути;* 5 — *таламус;* **6** — *кожно-мышечная чувствительная зона коры большого мозга*

Зона коры большого мозга, воспринимающая нервные импульсы от мышц, находится в одной из извилин его теменных долей. Управление произвольными движениями осуществляется нервными клетками, расположенными в лобных долях мозга.

**Кожная чувствительность** слагается из нескольких анализаторов. *Тактильное чувство* связано с анализаторами, воспринимающими прикосновение и давление. На основе тактильных ощущений может быть развито *вибрационное чувство*, то есть способность распознавать и оценивать вибрацию (колебания). Для здоровых людей оно имеет небольшое значение, но для слепоглухонемых ощущение вибрации становится одним из возможных способов замены слуха.

*Осязание* — сложное чувство, связанное с ощупыванием предметов. В нем участвуют тактильные ощущения. Вместе с температурными и мышечными ощущениями они могут давать информацию о размерах, форме, шероховатости, плотности, а также о некоторых других свойствах предмета, важных для его определения (рис. 110).

**Обоняние.** Обонятельные рецепторы находятся на слизистой оболочке средней и верхней носовых раковин. Это клетки с ресничками. Каждая обонятельная клетка способна обнаруживать вещество определенного состава. При взаимодействии с ним она посылает нервные импульсы в мозг (рис. 111).

Не все вещества способны вызывать раздражение обонятельных клеток, а лишь летучие или растворимые в воде либо в жирах. Одни из запахов приятны, другие вызывают отвращение.

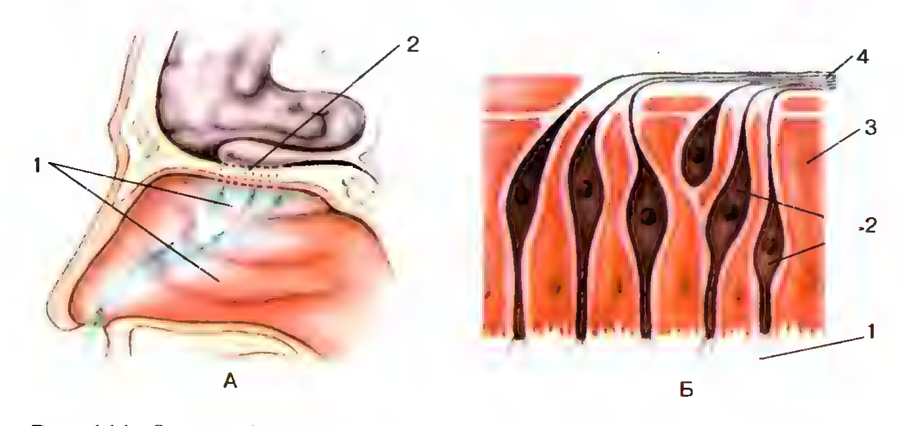



**Рис. 111.** *Орган обоняния.*
А — *расположение органа обоняния в носовой полости*: 1 — *носовая полость*; 2 — *обонятельные рецепторы и отходящие от них в головной мозг чувствительные нервы*; Б — *клеточное строение обонятельных рецепторов*: 1 — *реснички*; 2 — *обонятельные клетки*; 3 — *эпителиальные клетки*; 4 — *нервные волокна*

**Орган вкуса.** В слизистой оболочке языка находятся небольшие возвышения — *вкусовые сосочки*, имеющие грибовидную, желобоватую или листовидную форму (рис. 112, А). Каждый сосочек сообщается с ротовой полостью небольшим отверстием — *порой*. Она ведет в небольшую камеру, на дне которой располагаются *вкусовые рецепторы*. Они представляют собой волосковые клетки, волоски которых погружены в жидкость, заполняющую камеру.

Когда пища оказывается во рту, она растворяется в слюне, и этот раствор попадает в полость камеры, воздействуя на реснички. Если рецепторная клетка реагирует на данное вещество, она возбуждается, и информация в виде нервных импульсов поступает в мозг.

Различные рецепторы вкуса по-разному реагируют на те или иные воздействия (рис. 112, Б). Так, кончик языка лучше воспринимает сладкое, боковые края языка — кислое. Рецепторы, расположенные на передних и боковых краях языка, реагируют на соленое, рецепторы задней поверхности языка — на горькое. Последних особенно много, и это не случайно. Несъедобные или ядовитые вещества часто обладают горьким, неприятным вкусом. Раздражение этими веществами рецепторов задней поверхности языка вызывает защитный рвотный рефлекс.

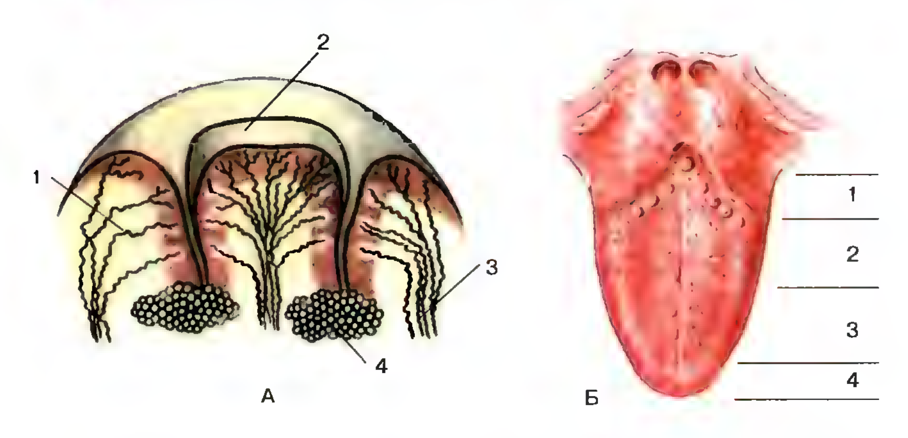



**Рис. 112.** А — *строение вкусового сосочка:* 1 — *вкусовые рецепторы;* 2 — *вкусовой сосочек;* 3 — *вкусовые нервы;* 4 — *железы, секреты которых отмывают сосочек от воздействовавших на него веществ;* Б — *вкусовые зоны языка и ощущения, возникающие при их раздражении:* 1 — *горькое;* 2 — *кислое;* 3 — *соленое;* 4 — *сладкое*

Рядом со вкусовыми сосочками находятся железы, выделяющие жидкость, которая непрерывно омывает сосочки. Поэтому вкусовые ощущения сохраняются недолго, и вскоре человек способен воспринимать новые ощущения.

В определении вкуса, помимо вкусовых ощущений, участвуют обонятельные, температурные, тактильные, а иногда и болевые рецепторы (если в рот попадет едкое вещество). Синтез всех этих ощущений и определяет вкус пищи.

*Вкусовая зона* коры большого мозга находится на внутренней стороне височной доли, рядом с обонятельной.

**Иллюзии.** Ложные восприятия, как мы знаем, называются *иллюзиями.* Помимо физических, причины их могут быть и психологическими. Так, мы обычно переоцениваем верхнюю часть фигуры: она кажется больше. Чтобы убедиться в этом, откройте страницу в книге, где есть цифра восемь. Оба кружка ее кажутся одинаковыми. Переверните страницу шрифтом вниз, и вы увидите, что верхний кружок восьмерки (теперь он внизу) кажется мельче. Иллюзорные восприятия корригируются практикой.

**Компенсация одних анализаторов другими.** Вы уже знаете, что слуховой анализатор связан со зрительным, зрительный — с мышечным и вестибулярным, вкусовой — с ося-

зательным и обонятельным анализаторами. При недостаточном развитии или повреждении одного анализатора компенсаторно совершенствуются другие. Хотя другие анализаторы не могут полностью возместить функцию отсутствующего, они позволяют больному человеку по-новому приспособиться к жизни. Яркий пример этого — Ольга Скороходова, которая была слепоглухонемой, но смогла получить высшее образование, защитить кандидатскую, а затем и докторскую диссертацию.

---

**Вестибулярный аппарат, мешочки, полукружные каналы, волосковые клетки, мышечное чувство, кожная чувствительность, вибрационное чувство, осязание, обонятельные клетки, вкусовые сосочки, вкусовые рецепторы.**

---

?

**1.** Каково значение вестибулярного анализатора?
**2.** Почему после вращения человеку кажется, что воспринимаемые предметы продолжают движение по кругу?
**3.** Какими способами можно тренировать выносливость вестибулярного аппарата?
**4.** Что такое мышечное чувство?
**5.** Почему перед выполнением сложного действия важно мысленно представить его во всех деталях и нужной последовательности?
**6.** Как взаимодействуют органы вкуса и обоняния?

!

**1.** Что такое иллюзии? Приведите примеры из своей жизни.
**2.** Нарисуйте прямую вертикальную линию. Попробуйте ее разделить пополам, не пользуясь линейкой. Затем измерьте половинки. Почему верхняя чаще оказывается меньше нижней? У кого чаще встречается эта ошибка: у людей, знающих или не знающих об этой иллюзии?

## *Основные положения главы 12*

Каждый анализатор состоит из рецепторов органов чувств (или рецепторов внутренних органов) нервных путей и чувствительной зоны коры большого мозга. Там полученная информация оценивается, перерабатывается, хранится, а затем используется для ответных действий. Работа анализатора начинается с органов чувств.

Органы чувств — это специализированные органы, обеспечивающие преобразование информационных сигналов, поступающих от раздражителя, в форму, доступную для рецепторов. Так, радужка глаза, роговица, хрусталик и стекловидное тело обеспечивают четкое изображение на сетчатке. Там происходят фотохимические процессы, которые превращают световые сигналы в поток нервных импульсов.

Наружное ухо преобразует воздушные колебания в механические колебания барабанной перепонки, косточки среднего уха усиливают их и через мембрану овального окна заставляют колебаться жидкость внутреннего уха, а та воздействует на слуховые рецепторы. Их механические колебания преобразуются в нервные импульсы.

Принципиально те же процессы происходят и в других органах чувств: поступающие раздражения преобразуются в химические или механические сигналы, а те — в нервные импульсы.

По каналам связи (нервам и нервным путям) нервные импульсы поступают в головной мозг, в том числе и в кору большого мозга. В первичных чувствительных зонах анализируются отдельные параметры раздражителя, во вторичных — воссоздаются образы в пределах данного анализатора (зрительного, слухового, тактильного), в третичных — воспроизводятся все событие в целом.

В общем анализаторы дают верную картину внешних событий. Отдельные неточности, иллюзии исправляются практикой. Каждый из анализаторов специфичен, он не может быть полностью заменен другим, но возможна частичная компенсация недостатка одного анализатора усиленным развитием другого.

Глава 13

# Высшая нервная деятельность. Поведение. Психика



## Из этой главы вы узнаете

*о врожденных и приобретенных программах поведения, о природе сна и сновидений, памяти, мышлении, об эмоциях и волевых действиях, о значении речи и трудовой деятельности*

## Вы научитесь

*разбираться в схемах безусловных и условных рефлексов, оценивать свою наблюдательность, память, внимание и путем тренировок улучшать их*

## § 53. Вклад отечественных ученых в разработку учения о высшей нервной деятельности

**1. В чем состояло открытие И. М. Сеченова?**
**2. Какие закономерности в работе головного мозга были открыты И. П. Павловым?**
**3. Отчего мы не замечаем ошибки в деталях при восприятии хорошо знакомых объектов?**
**4. Какое отношение к этому имеет открытое А. А. Ухтомским явление доминанты?**

**Высшая нервная деятельность.** Из предыдущих параграфов вы узнали о том, что нервная система регулирует работу органов и систем организма, обеспечивает поддержание постоянства его внутренней среды, а также формирует поведение человека в социальной и природной среде. Под *высшей нервной деятельностью* понимают те функции мозга, которые связаны с внутренним миром человека, его психикой.

**И. М. Сеченов и И. П. Павлов.** Изучение высшей нервной деятельности в России связано прежде всего с именами двух великих ученых: Ивана Михайловича Сеченова (1829—1905) и Ивана Петровича Павлова (1849—1936).

Заслуга И. М. Сеченова состоит в том, что он доказал, что головной мозг может как усиливать рефлексы спинного мозга, так и затормаживать их. Именно открытие центрального торможения принесло И. М. Сеченову славу и мировое признание. Он показал, что *высшие отделы нервной системы способны регулировать* работу нижерасположенных отделов. Этим была доказана многоуровневая организация работы мозга. Чем выше расположен отдел мозга, тем более сложные функции он выполняет.

И. П. Павлов продолжил исследование и установил, что все рефлексы могут быть разделены на две большие группы. Это *врожденные рефлексы*, названные им *безусловными*, и рефлексы, *выработанные уже после рождения*, в процессе жизни, названные им *условными*. Образование условных рефлексов И. П. Павлов связывал с работой коры полушарий большого мозга. Они возникают при обязательном *условии* сочетания

какого-либо раздражения, даже незначительного, с жизненно важными раздражениями (например, пищей, болью, опасностью) и становятся их *сигналами*.



*Иван Михайлович Сеченов (1829—1905)*

Выработка условного рефлекса начинается с подачи будущего условного раздражителя, в нашем примере — с зажигания лампочки. Обозначим зажженную лампочку буквой Л, а центры, которые возбуждаются в зрительной зоне коры большого мозга, буквой $Л_1$ (рис. **113**). После проявления ориентировочного рефлекса на свет лампочки животному дают пищу. Она вызывает безусловный слюноотделительный рефлекс и возбуждение $П_1$ в пищевой зоне коры. После этого несколько раз сочетают свет лампочки Л с кормлением П. В головном мозге последовательно возникают возбуждения $Л_1$ и $П_1$. Между этими центрами появляется временная связь $Л_1$—$П_1$. После ее образования проявляется условный рефлекс.

Включается лампочка. Возбуждается центр $Л_1$. По образовавшейся связи $Л_1$—$П_1$ возбуждение достигает пищевого центра $П_1$. По нисходящим путям оно переходит на слюноотделительный центр продолговатого мозга. Оттуда идет к слюнным железам, которые начинают функционировать на сигнал пищи (включение лампочки) еще до того, как появится сама пища.

**Торможение условного рефлекса.** У собаки с уже выработанным условным рефлексом изменим условия опыта: включим лампочку, но давать пищу после этого не будем.

Сначала животное будет реагировать на лампочку как на сигнал пищи — будет происходить условно-рефлекторное слюноотделение. Однако затем начнется *угасание* условного рефлекса: слюны будет выделяться все меньше и меньше, пока условно-рефлекторное слюноотделение не прекратится полностью. Через некоторое время рефлекс слюноотделения на лампочку восстановится — произойдет *растормаживание*. Однако если условный рефлекс не подкреплять и в дальнейшем, то выработается *тормозная временная связь*: свет лампочки станет сигналом отсутствия пищи, и голодное животное перестанет искать корм в кормушке. Из этого примера следует, что условные рефлексы могут быть как *положительными*, так и

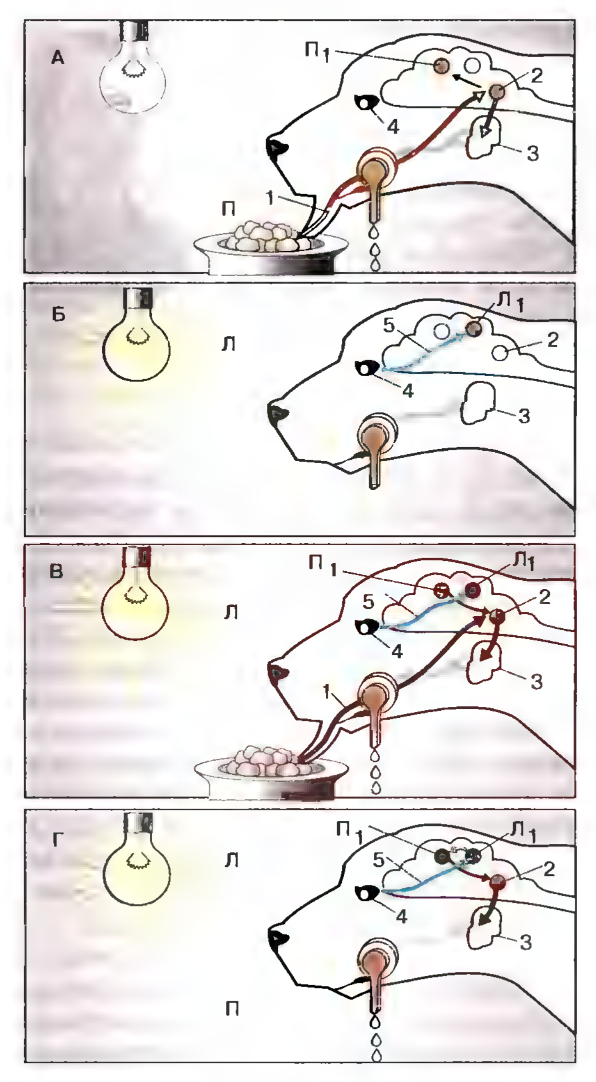



**Рис. 113.** *Выработка условного рефлекса по И. П. Павлову.* А — *безусловный слюноотделительный рефлекс;* Б — *ориентировочный рефлекс на свет лампочки;* В — *выработка условного слюноотделительного рефлекса на свет лампочки;* Г — *проявление выработанного условного рефлекса на свет лампочки:* 1 — *рецепторы языка;* 2 — *слюноотделительный центр продолговатого мозга;* 3 — *слюнная железа;* 4 — *рецепторы глаза;* 5 — *зрительные пути;* П — *пища;* $П_1$ — *пищевой центр коры больших полушарий;* Л — *свет лампочки;* $Л_1$ — *зрительная зона коры больших полушарий, воспринимающая свет лампочки.*

*отрицательными*, или *тормозными*. Благодаря образованию положительных и отрицательных условных рефлексов животное учится отличать сигналы важных событий от похожих на них раздражителей, не имеющих такого значения.

**Метод условных рефлексов.** С помощью метода условных рефлексов можно решать ряд экспериментальных задач, например выявить способность животного различать те или иные цвета, следить за движением процесса возбуждения в коре большого мозга и подкорковых центрах.

С помощью метода условных рефлексов был открыт *закон взаимной индукции*. Он заключается в том, что очаг возбуждения «наводит» на соседние или конкурирующие с ним участки процесс торможения. Например, сторожевая собака, спокойно поглощавшая свою порцию корма, вдруг заметила приближение чужого человека. Она начинает лаять, рваться с цепи. Возникший очаг более сильного возбуждения затормаживает пищевой центр. В результате слюна перестает выделяться и собака временно забывает о корме.

Бывают случаи, когда торможение вызывает противоположный процесс — возбуждение. Так, уставшие за день дети, у которых в коре мозга начинается процесс торможения, вдруг начинают «буйствовать»: прыгать, смеяться, капризничать. Это объясняется тем, что очаги торможения в коре вызвали процессы возбуждения в подкорковых центрах, связанных с проявлением эмоций.

С законом взаимной индукции связана смена образов при восприятии двойственных изображений. Если вам удалось четко увидеть в рисунке два образа, например кролика и утку, то через некоторое время они начнут сменять друг друга. Торможение одного образа по закону взаимной индукции будет вызывать другой, конкурирующий (рис. 114).

**Разные формы торможения.** И. М. Сеченов открыл *центральное торможение*. И. П. Павлов выяснил, как взаимодействуют между собой процессы возбуждения и торможения. Он показал, что бывает *торможение врожденное* и *торможение условное*, приобретаемое в процессе жизни.

К врожденному торможению относится *внешнее торможение*. Появление любого другого, более сильного раздражителя вызывает новый рефлекс в организме, а прежний прекращает свою деятельность по закону *взаимной индукции*. Такое тор-




**Рис. 114.** *Двойственные изображения:*
1 — *черные и белые фигуры с гравюры М. Эшера;* 2 — *ваза — два профиля;* 3 — *кролик — утка;* 4 — *мужской профиль — эскимос*



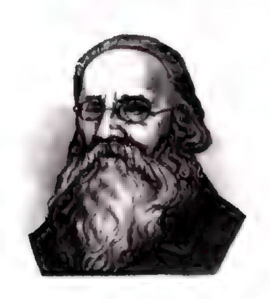
**Рис. 115.** *Иллюзия установки.*
*Играющие дети, вписанные в контуры левого полушария головного мозга, замечаются не сразу. Они принимаются за извилины коры. Сказывается иллюзия установки, основанная на явлении доминанты А. А. Ухтомского*

можение и называется внешним потому, что очаг торможения возникает вне функционирующей рефлекторной дуги. С помощью внешнего торможения автоматически прерывается действие, которое совершалось раньше, и дается простор для функционирования новых рефлексов или других видов деятельности.

К приобретенному торможению относится внутреннее торможение, наступающее при неподкреплении условного рефлекса, например при его угасании. Оно развивается в нейронах самой рефлекторной дуги условного рефлекса и потому было названо внутренним.

**Доминанта.** Поведение определяется жизненными потребностями. Все они проявляются периодически. Сама по себе потребность, например в пище, существует всегда. Но она то выходит на первый план (возникает ощущение голода), то временно угасает (при насыщении ощущение голода исчезает).

При усилении потребности возникает временно господствующий в центральной нервной системе очаг возбуждения, нацеленный на удовлетворение именно этой потребности. Российский физиолог А л е к с е й  А л е к с е е в и ч  У х т о м с к и й (1875—1942) назвал такой механизм временного господства возбуждения *доминантой*.



*Алексей Алексеевич Ухтомский (1875—1942)*

Доминантный очаг отличается рядом особенностей. Во-первых, он способен затормозить все конкурирующие очаги возбуждения. Во-вторых, достаточен любой стимул, чтобы животное, находящееся в состоянии пищевой доминанты, реагировало на любое раздражение слюноотделением и пищедобывающей деятельностью.

Именно доминанта позволяет замкнуть временную связь в коре большого мозга между нейтральным и жизненно важным событиями.

Доминанта проявляет себя в самых различных ситуациях. Например, когда мы сильно увлечены делом, то не слышим, как к нам обращаются, забываем, что происходит вокруг. И нередко это способствует успешному результату. С явлением доминанты связаны иллюзии установки: мы, как правило, не замечаем то, что не ожидаем увидеть (см. рис. 115).

На рисунке изображен головной мозг, и мы сразу воспроизводим его в своем сознании, не вглядываясь в детали. Этот доминирующий образ многим мешает заметить подвох: вместо извилин мозга изображены дети.

**Высшая нервная деятельность, центральное торможение, безусловные и условные рефлексы, временна́я связь, подкрепление, угасание условного рефлекса без подкрепления, растормаживание, положительные и отрицательные (тормозные) условные рефлексы, закон взаимной индукции возбуждения-торможения, внешнее торможение, внутреннее торможение, доминанта.**

?

1. Какие условия необходимы для выработки условного рефлекса?
2. В результате чего условный рефлекс угасает?
3. Что такое доминанта?
4. Каково значение доминанты в жизни?
5. Доминантный очаг возбуждения обычно затормаживает соседние участки коры. Объясните, с каким законом, открытым И. П. Павловым, это связано.
6. Какова связь доминанты с потребностями?

! **1.** Рассмотрите рисунок 114, 2. Его можно воспринимать по-разному: либо как два профиля, смотрящих друг на друга (они черные), либо как вазу (она белая), которую окружает черный фон. Попробуйте найти оба изображения. Если это удастся, вы будете видеть то профили, то вазу, поскольку одно восприятие затормаживает другое. Назовите закон, который здесь проявляется. Происходит ли то же самое с другими фигурами?

**2.** Если животное оказывается в незнакомой обстановке, оно на некоторое время замирает. Это пассивно-оборонительный рефлекс. Потом он сменяется ориентировочным рефлексом — обнюхиванием и рассматриванием незнакомых предметов. Эти безусловные рефлексы неоднократно сменяют друг друга. В чем их биологический смысл?

## § 54. Врожденные и приобретенные программы поведения

**1. Как возникли врожденные формы поведения?**
**2. Почему в детстве люди легко овладевают языком?**
**3. Чем рассудочная деятельность отличается от условно-рефлекторной?**
**4. Почему в ходе выработки навыка временно ухудшаются результаты?**

**Врожденные программы поведения — безусловные рефлексы, инстинкты.** Они есть как у животных, так и у человека. Они «обобщают» исторически (филогенетически) сложившийся видовой опыт и способствуют удовлетворению основных потребностей, то есть продолжению жизни.

Поскольку на разных стадиях индивидуального развития (онтогенеза) организм находится не в одинаковых условиях, безусловные рефлексы особей разного возраста могут различаться. Но у всех представителей вида данного возраста и пола в норме они одинаковы. Приведем несколько примеров.

Если младенца положить на живот и приподнять его на руках, его тело выгнется дугой (рис. 116). Этот рефлекс направлен *против силы тяжести.*

Когда грудной ребенок, лежащий на животе, приподнимает голову и смотрит перед собой, она обращена вперед. Однако

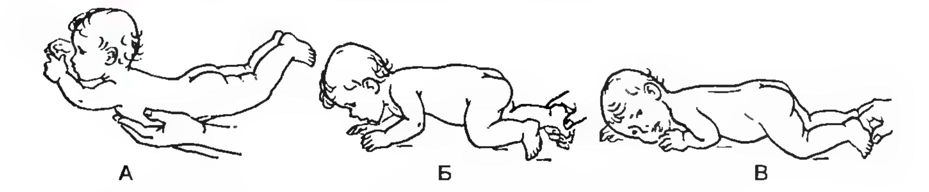



**Рис. 116.** *Рефлексы новорожденных и грудных детей:*
А — *выгибание туловища в сторону спины, противодействующее силе тяжести;*
Б — *рефлекс ползания, вызванный раздражением подошвы стопы;*
В — *поворот головы набок при ее падении*

когда он устает и опускает голову, она поворачивается в сторону. Этот рефлекс защищает нос и рот от попадания посторонних веществ, а также от удушья, поскольку, уткнувшись в подстилку, ребенок мог бы задохнуться. У взрослого человека эти безусловные рефлексы отсутствуют.

Другой формой врожденного поведения является *инстинкт*. Подобно всем рефлексам инстинкты вызываются комплексом внешних и внутренних причин и представляют *цепочку безусловных рефлексов*, благодаря которым животные и человек приспосабливаются к той или иной среде.

*Запечатление* — свойство новорожденных животных в момент созревания анализаторов фиксировать в памяти образы своих родителей, место рождения, образы существ своего вида, на которые они впоследствии будут ориентироваться как на значимые объекты.

Так, у инкубаторских утят, после того как они вылупились из яйца и сформировался зрительный анализатор, возникает *рефлекс следования*. Они запечатлевают первый встретившийся им движущийся объект и следуют за ним, как за наседкой, по пятам. Это может быть человек, ботинки, спичечный коробок. Такое состояние продолжается довольно короткое время, всего 13—16 ч. Механизм запечатления (импринтинга) был открыт австрийским ученым, лауреатом Нобелевской премии Конрадом Лоренцем (1903—1989), основателем *этологии* — науки о поведении животных.

Возрастные периоды, в которых происходит запечатление, могут быть разными для различных анализаторов. Есть они и у млекопитающих животных, и у человека. Например, речью люди легко овладевают в младенческом возрасте. В более



позднем возрасте изучение языка дается им с гораздо большим трудом.

**Приобретенные программы поведения.** Условные рефлексы являются наиболее простыми из них. Они позволяют животному подкараулить жертву, уйти от преследования хищника, укрыться от непогоды, подыскать комфортное место для отдыха.

Более сложной формой индивидуального поведения является *рассудочная деятельность*. Здесь на основе прошлого опыта образуются новые связи, которых раньше не было. Вот один из типичных примеров. Собаку приучили вставать на задние лапы. Такое движение стало сигналом получения пищи. Поэтому собака часто стала использовать свой навык для выпрашивания корма. Это обычный условный рефлекс, возникший в результате сочетания позы «служить» с кормом. Рассмотрим иной случай. Собака просится на прогулку: лает, виляет хвостом. Но это не дает должного эффекта. Тогда она встает на задние лапы перед дверью, хотя никто ее этому не учил. Имеющийся навык собака использует для другой цели. И если он будет подкреплен, животное возьмет его «на вооружение».

К рассудочной деятельности можно отнести и способность животного строить свое поведение с учетом перемещения добычи. Если сделать экран с небольшим отверстием, поставить его перед животным, а за экраном перемещать приманку, то животное, обладающее более высоким уровнем высшей нервной деятельности, например ворона, бежит к месту, где кончается экран и там поджидает добычу, а не пытается протиснуться в узкую щель, как курица.

**Динамический стереотип** — это объединение нескольких условных рефлексов в единую цепочку, которая подкрепляется лишь в конце, когда все условно-рефлекторные действия выполнены. После выработки динамического стереотипа в коре большого мозга образуется система последовательных положительных и отрицательных условно-рефлекторных связей. У животных динамический стереотип формируется так: животному в одной и той же последовательности дают ряд условных сигналов, последовательно вызывающих ряд положительных и тормозных условных рефлексов, а подкрепление дают не после выполнения каждого условно-рефлекторного действия, а в конце всей цепочки. При выработке динамиче-

ского стереотипа наступает момент, когда после первого сигнала животное выполняет все действия, не дожидаясь дополнительных стимулов.

Слово «стереотип» означает «постоянство». Однако это постоянство динамическое, поскольку оно возникает в процессе жизни и в процессе жизни может исчезнуть или измениться, если изменятся условия, лежащие в основе его формирования.

И. П. Павловым было показано, что поддержание динамического стереотипа связано с положительными эмоциями, а его разрушение — с отрицательными. Сформировавшийся динамический стереотип не всегда приносит пользу. Иногда он может стать препятствием для овладения новыми навыками, в преодолении вредных привычек.

Примером динамического стереотипа является наше письмо. Во время учебы сначала вырабатывалась связь между звуком и соответствующей буквой, потом между слогом и его графическим изображением, наконец между словами и их написанием. Заметим, что смысл слова становится ясным лишь после того, как написаны (или прочитаны) все буквы. Если в основе написания каждой буквы лежит условный рефлекс, то в основе написания слова лежит динамический стереотип, поскольку смысл слова (подкрепление) становится понятным, когда все буквы написаны. Но все это было лишь тогда, когда мы учились читать, теперь нам достаточно прочесть начало слова или даже начало фразы, чтобы уловить смысл текста. Начальные стимулы приводят в движение всю цепочку.

Чтобы проследить, как формируется динамический стереотип, попробуем его переделать, выработать навык зеркального письма. Все элементы букв должны быть ориентированы в противоположную сторону: справа налево, как показано в образце (рис. 117).

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

### ***Выработка навыка зеркального письма как пример разрушения старого и образования нового динамического стереотипа***

*Условия работы.* Опыт можно проводить одному, но лучше, если он проводится в присутствии других людей. Тогда более отчетливо проявляются эмоциональные компоненты, связанные с перестройкой динамического стереотипа.

*Ход работы*

Измерьте, сколько секунд потребуется, чтобы написать скорописью какое-либо слово, например «Психология». С правой стороны проставьте затраченное время.

Предложите испытуемому написать то же слово зеркальным шрифтом: справа налево. Писать надо так, чтобы все элементы букв были повернуты в противоположную сторону. Сделайте 10 попыток, около каждой из них с правой стороны проставьте время в секундах.

*Оформление результатов*

Постройте график. На оси *X* (абсциссе) отложите порядковый номер попытки, на оси *Y* (ординате) — время, которое испытуемый потратил на написание очередного слова.

Подсчитайте, сколько разрывов между буквами было при написании слова обычным способом, сколько разрывов стало при первой и последующих попытках написания слова справа налево.

Отметьте, в каких случаях возникают эмоциональные реакции: смех, жестикуляция, попытка бросить работу и др.

Назовите число букв, в которых встречаются элементы, написанные старым способом.

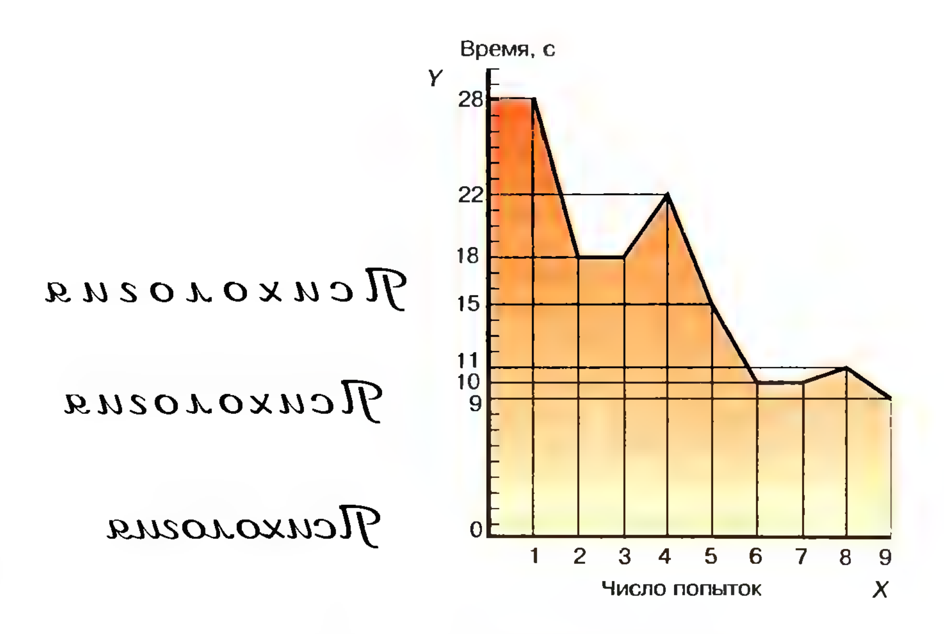



**Рис. 117.** *График выработки навыка зеркального письма*

Проанализируйте полученный график. Встречаются ли моменты, где навык перестает вырабатываться, когда его результаты становятся хуже? Это случается всегда, когда образовавшаяся система связей исчерпывает себя и начинается новый поиск. Это случается несколько раз помимо нашего сознания и прекращается после того, как результаты станут стабильными, а динамический стереотип выработанным.

*Объясните опыт, ответив на следующие вопросы:*

1. Какие факты говорят, что при разрушении динамического стереотипа происходит распад общей деятельности на отдельные элементы, например слово, написанное ранее одним росчерком, выписывается теперь по буквам?
2. Делаются ли при формировании нового динамического стереотипа попытки соединять буквы без дополнительной инструкции? Нужны ли эти инструкции для овладения приемами рационального письма?
3. В чем выражалась «борьба» между стереотипами — вновь создаваемым и старым, хорошо закрепленным? Об этом можно судить по наличию элементов букв, написанных по-старому.

---

**Врожденные программы поведения: безусловные рефлексы, инстинкты; запечатление (импринтинг), этология. Приобретенные программы поведения: условный рефлекс, рассудочная деятельность, динамический стереотип, положительные и отрицательные эмоции, навыки, привычки.**

---

?

1. Какие формы поведения могут быть отнесены к врожденным, а какие — к приобретенным?
2. Какие безусловные рефлексы человек унаследовал от обезьяноподобных предков?
3. Что такое инстинкт?
4. Почему утята, выведенные курицей, следуют за ней, как и цыплята? Каков механизм этого явления?

!

Примером динамического стереотипа может быть письмо и чтение. Нередко мы пишем под диктовку, пропуская звуки, которые слышатся, но не пишутся, либо проставляя те, что не слышатся, но пишутся. Вспомните, как вырабатывался у нас этот динамический стереотип.

# § 55. Сон и сновидения

**1. Только ли отдыхает мозг во сне?**
**2. Почему бодрствование сменяется сном?**
**3. В чем отличие между быстрым и медленным сном?**
**4. Какое значение имеют сновидения?**
**5. Отличаются ли сновидения здорового и больного человека?**

**Сон.** Раньше полагали, что *сон* — это торможение основных отделов коры больших полушарий, благодаря которому происходит отдых нейронов и восстановление их работоспособности. Исследования последних лет показали, что сон — не только отдых мозга, но и активная перестройка его работы, необходимая для упорядочивания полученной в период бодрствования информации.

*Биологический ритм сна и бодрствования* связан со сменой дня и ночи. Он является таким же естественным состоянием человека, как периодически наступающие голод, жажда и другие потребности. Невозможно выспаться впрок, так же как невозможно наесться или утолить жажду на длительное время.

Бодрствование и сон должны сменять друг друга, а потому излишне продолжительный сон для здорового человека может оказаться вредным.

Исследования на электронных приборах показали, что электрическая активность мозга во время сна меняется и что сон имеет несколько стадий. Из них наиболее значимы две: *сон медленный* и *сон быстрый*.

При медленном сне на графике наблюдаются редкие волны большой амплитуды, мышцы расслаблены, дыхание ровное, спокойное, сердцебиение замедленно, глазные яблоки неподвижны. Деятельность головного мозга строго ритмична (рис. 118).

При быстром сне электромагнитные колебания становятся быстрыми, ритм сердечной деятельности повышается, глазные яблоки под закрытыми веками приходят в движение, но остальные мышцы заторможены.

**Сновидения.** Есть предположение, что чаще человек видит *сновидения* и переживает их во время быстрого сна. Последнее нашло подтверждение и в опытах на животных.

О значении сновидений до сих пор ведутся оживленные споры. Ряд исследователей считают их средством психической за-

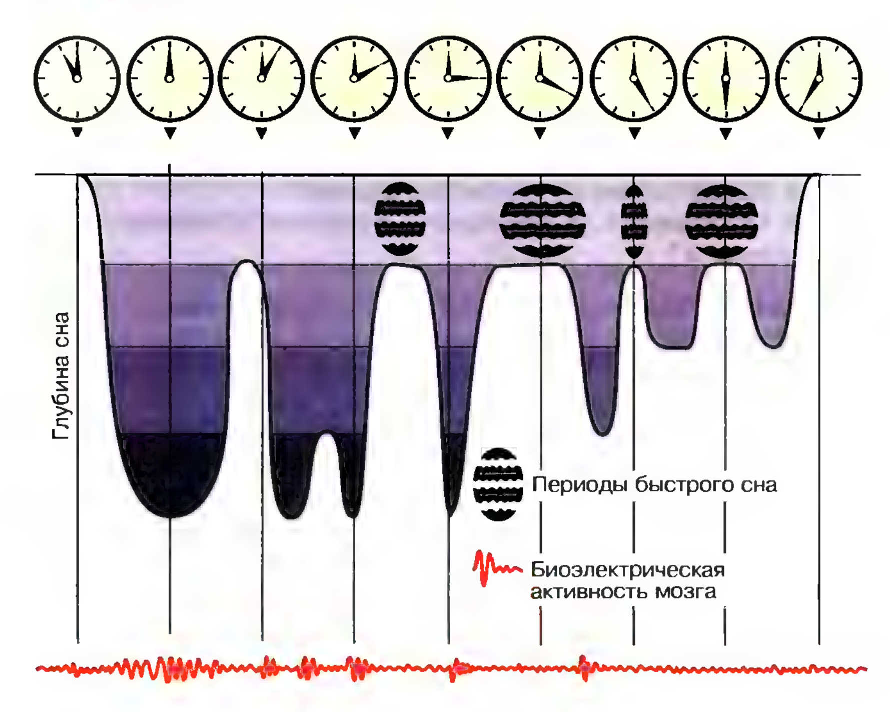



**Рис. 118.** *Периоды сна человека в течение ночи*

щиты. Если человек здоров, ему снятся сны, в которых он с успехом выходит из всевозможных ситуаций. Если человек наяву потерпел какую-то неудачу, например не смог найти подходящий ответ на обидную реплику, то во сне этот ответ бывает найден.

В случае заболевания, например невроза, человек видит тревожные, устрашающие сны. По мере выздоровления сны становятся более спокойными и благоприятными.

**Биологические ритмы, сон и бодрствование, медленный сон, быстрый сон, сновидения.**

?

1. Какое отношение к природным биоритмам имеет смена сна и бодрствования?
2. Что происходит во время сна?
3. Чем быстрый сон отличается от медленного?
4. Каково значение сновидений?

# § 56. Особенности высшей нервной деятельности человека. Речь и сознание. Познавательные процессы

**1. В чем сходство и различие потребностей человека и животных?**
**2. Какие функции выполняет внешняя и внутренняя речь?**
**3. Что относится к познавательным процессам?**
**4. Как можно улучшить наблюдательность, память и воображение?**

**Потребности людей и животных.** У человека, как и у животных, есть потребности, закрепленные генетически: в пище, воде, комфортной температуре, в общении. Такие потребности могут быть названы *базовыми*, потому что без их удовлетворения человек не может существовать физически. Врожденные безусловные рефлексы и выработанные на их базе условные рефлексы позволяют ребенку удовлетворять свои потребности с помощью взрослых.

Наряду с базовыми формируются и *вторичные* потребности, например в предметах пользования, созданных обществом в процессе трудовой деятельности.

С самого раннего возраста потребности ребенка развиваются и становятся все более разнообразными. Зависит это от уровня развития общества и материального достатка семьи, моды на те или иные предметы потребления. Наряду с материальными потребностями развиваются и духовные потребности в искусстве, чтении, творческой деятельности. Они являются важным стимулом в развитии личности.

**Роль речи в познании и труде.** Познавательные способности человека значительно выше, чем таковые у животных. Животные в своем поведении ориентируются только на натуральные объекты. Люди же используют словесные символы, заменяющие эти природные объекты и дающие возможность сначала разработать сценарий предполагаемых действий, а уж потом действовать.

*Речь* состоит из *слов*. Каждое слово имеет свой *смысл*, то есть связано с определенным предметом, действием или состоянием. Одни слова обозначают предметы, другие — их ка-

чества, третьи — обстоятельства, четвертые — действия. Но *язык* — это не просто набор слов. Существуют определенные грамматические правила, которые связывают отдельные слова во *фразы*. И именно фраза дает нам возможность рассказать о событиях, происходящих с нами и вокруг нас. Реагировать на слова-команды могут и животные, но создавать и осознавать новые связи с помощью слов свойственно лишь человеку, усвоившему лексику и грамматику языка.

Не следует забывать, что слова — всего лишь символы, что суждения, высказанные с помощью слов, могут быть и верными, и ошибочными. Проверка правильности утверждения осуществляется практикой, личным и общественным опытом.

В жизни человек сталкивается с большим количеством задач, и в его памяти накапливаются способы их решения. Однако не все, что запомнил человек, может им осознаваться. Способность решать задачи с помощью подсознательного опыта называется *интуицией*. При этом человек может поступать правильно, но объяснить, почему он поступил так, а не иначе, не может.

**Роль речи в развитии высших психических функций.** Поведением маленького ребенка обычно управляют взрослые. Они показывают ему необходимые действия и называют их. Постепенно наступает момент, когда ребенок сам в состоянии выполнить словесную инструкцию. В дальнейшем ребенок сам начинает проговаривать те действия, которые он собирается предпринять, как бы давая инструкцию себе самому. Это особенно отчетливо проявляется во время игры. Словесные реплики-команды в дальнейшем переходят во внутреннюю речь. Инструкции уже не будут такими длинными, но будут вполне достаточными, чтобы организовывать осознанное поведение.

Таким образом, речь становится не только средством общения, но и средством организации своего собственного поведения.

**Познавательные процессы.** Развитие речи становится ключевым моментом в формировании личности. Она открывает неограниченные возможности для освоения опыта предшествующих поколений.

К *познавательным процессам* относят ощущения, восприятие, память, воображение и мышление, а также представления памяти и воображения. Ощущения и частично восприятия мы рассмотрели ранее, когда знакомились с функциями головного мозга (§ 46) и анализаторами (§ 48).

**Ощущения и восприятия.** *Ощущением* называют отражение отдельных свойств предмета. *Восприятием* называют отражение предмета в целом. И ощущения и восприятия осуществляются только тогда, когда предметы воздействуют на наши органы чувств. «Твердое», «холодное», «красное», «кислое» — это ощущения. «Яблоко» — это восприятие, потому что в нем синтезирован целый ряд свойств, позволяющих нам определить этот предмет в целом. Каждое восприятие или ощущение имеет словесный эквивалент, что позволяет, с одной стороны, руководить восприятием, а с другой — описывать то, что мы восприняли, и передавать эту информацию другим людям.

Предметы и явления, которые становятся центром нашего внимания, называются *объектами восприятия*, все прочее называют *фоном*.

Когда мы рассматривали на рисунке 114, 2 двойственное изображение (вазу и два профиля), то в зависимости от того, что мы считали объектом восприятия, а что — фоном, мы видели то одно изображение, то другое (то профили, то вазу). Содержание восприятия будет тоже меняться: если принять на рисунке 114, 3 две полоски на голове за клюв, можно увидеть утку, но если принять эти полоски за уши, то получается кролик.

Понятия «объект восприятия» и «фон» нужны для многих практических целей. Если мы хотим замаскировать человека или какой-либо предмет, мы должны сделать так, чтобы фон и объект восприятия различались мало.

У рекламы совершенно иные требования. Объект восприятия должен быть максимально броским, привлекающим к себе внимание, а фон должен подчеркивать объект и контрастировать с ним.

*Наблюдение* — это целенаправленное восприятие, где строго определено, что надо постараться увидеть и в каком порядке, какие измерения надо проводить и в какое время. Различают объективное и субъективное восприятие. Одно дело, когда человек точно описывает факты, и совсем другое — когда он осмысливает их и выражает свои эмоции по их поводу. И сами факты, и осмысливание их имеют самостоятельную ценность, поэтому подменять одно другим нельзя.

Нередко люди с субъективным восприятием описывают не столько факты и события, свидетелями которых они были, сколько свои переживания по поводу этих событий. Напри-

мер, что можно понять из такого высказывания мамы по поводу болезни сына: «Ох, я всю ночь не могла заснуть, потому что меня будил его кашель... Я вся испереживалась, голова моя раскалывается, меня чуть удар не хватил, когда я прикоснулась к его лбу». Понять из этого рассказа, когда начался кашель, какая была температура и в какое время ее измеряли, невозможно.

**Представление памяти и воображения.** Известно, что ощущение и восприятие прекращаются после того, как предметы, звуки и другие раздражители перестают действовать на наши органы чувств непосредственно. Но они продолжаются в виде *представлений*. *Представление памяти* — это следы прежних ощущений и восприятий. Они неотчетливы, фрагментарны. В памяти как бы всплывает то одна, то другая деталь предмета или обстановки. Представления неточны. Они могут дополняться деталями, которых на самом деле не было, между тем как другие детали, может быть более важные, оказываются забытыми.

Представлять себе мы можем и объекты, и даже целые сцены, которых никогда не было. Эти представления называются *представлениями воображения*. Без них не мог бы обойтись ни писатель, ни художник, ни ученый, ни строитель, поскольку с воображения начинается творчество. Именно творческое воображение позволяет человеку изобретать вещи, которых не было до него, а затем воплощать их в материале.

**Память.** Если образы окружающих нас предметов, оставшиеся в виде представлений, фрагментарны и неточны, то память — явление значительно более устойчивое, так как опирается на речь. Сложно представить зрительно образ человека. Гораздо легче ответить, какого цвета его волосы, какой формы нос, какой у него тембр голоса и т. д.

*Память* — довольно сложный процесс. Он состоит из запоминания информации, ее хранения и воспроизведения.

Различают память *логическую* и *механическую*. Механическая память основана на повторении: материал повторяют до полного его запоминания. При использовании логической памяти человек пытается представить взаимосвязь между описываемыми событиями или явлениями. И тогда удается не только воспроизвести текст, но и порядок, в котором была изложена информация. Например, телефон 345-16-25 можно просто заучить, но можно запомнить его так: $345\text{-}4^2\text{-}5^2$. Если

запомнить три последовательные цифры 3, 4, 5, то воспроизвести остальные не составит труда. В первом случае мы использовали механическую память, во втором — логическую.

При запоминании важна установка на его *длительность*. Дело в том, что кратковременная и долгосрочная память имеют разные механизмы. В первом случае в системе цепей нейронов образуются непрерывно циркулирующие потоки нервных импульсов, а во втором — вырабатываются химические вещества, направляющие возбуждение по нужным каналам связи. Кратковременную память называют *оперативной*, так как она действует только на время проводимой операции. Вам сообщили номер, по которому надо звонить. Вы его помнили, когда набирали. Но после того, как вы услышали сигнал «занято» и попытались набрать номер снова, выяснилось, что вы его забыли. Кончилась операция набора номера — кончился и срок памяти.

При заучивании важно знать, какой анализатор лучше воспринимает информацию. У одних хорошо развита зрительная память, у других — слуховая, у третьих — моторная: они легче запоминают текст, который записали (или законспектировали) сами. Для четвертых выгоднее заучивать вслух, чтобы в работе участвовала и слуховая и моторная виды памяти.

**Воображение.** Образы воображения закрепляются с помощью речи и могут передаваться другим людям в виде художественных образов или научных предположений, которые потом будут проанализированы логическим мышлением и использованы в построении замыслов при создании новых вещей.

Различают активное и пассивное воображение. *Активное воображение* позволяет человеку до начала его работы представить себе то, что получится в результате. Эти образы позволяют довести изделие до необходимого уровня, будь то самоделка в руках ребенка или космический корабль в чертежах генерального конструктора.

От активного воображения следует отличать *пассивное воображение*, которое подменяет собой активные действия. Если перечитать роман И. А. Гончарова «Обломов», то нетрудно заметить, что более половины романа посвящено грезам главного героя. Он мнит себя то великим полководцем, то великим артистом, то совершает множество благороднейших поступков, но все это не сходя со своего дивана. По существу, эти мечтания — уход от жизни.

**Мышление** — это обобщенное и опосредованное познание действительности. Современные люди не жили во времена первых кроманьонцев. Мы не слышали и не могли слышать их речь. Тем не менее мы утверждаем, что они умели разговаривать. Почему? Потому, что кроманьонцы имели подбородочный выступ, к которому прикреплялись мышцы, участвующие в членораздельной речи. Потому что их левое полушарие, судя по отпечаткам мозга на костях черепа, было несколько больше правого. Знание общих закономерностей позволяет по одним данным находить другие (ранее неизвестные). В этом суть *опосредованного познания*. В нашем примере по строению черепа была определена степень развития речи у людей доисторического периода.

Если ощущение отражает отдельные свойства предмета, а восприятие — предмет в целом, то мышление схватывает то общее, что имеется у нескольких сходных предметов. В результате этого формируется *обобщенное* понятие. Оно характеризует наиболее важные признаки группы предметов и выражается словесным определением. Так, понятие «дерево» включает много видов древесных растений, отличающихся от кустарников или трав.

Понятия бывают конкретные: «береза», «осина», «сосна», но бывают и обобщенные — например, «лес», «растительность Земли».

Совокупность индивидуальных особенностей мышления человека называют *умом*. Самостоятельность, критичность, гибкость, творческая инициатива, избирательность — основные качества ума.

Большую ценность представляет *самостоятельность мышления*. Вместе с речью ребенок усваивает не только слова и грамматику, но и логические правила мышления. Только овладев инструментом мышления — логикой, человек получает возможность делать правильные выводы и не ошибаться в них.

Любое суждение и умозаключение могут быть либо правильными, либо ошибочными. Умение проверить их и отстоять истину связано с *критичностью* мышления. Умение критически подойти к своим выводам — важное качество ума.

Наиболее существенный недостаток мышления связан с его консерватизмом, когда человек замыкается в кругу привычных решений и не может перейти к принципиально иным идеям. Поясним это небольшим примером. Если предложить че-

ловеку из шести спичек построить четыре треугольника, он, как правило, пытается решить эту задачу на плоскости, что невозможно. Между тем решить эту задачу в пространстве не представляет труда: достаточно построить трехгранную пирамиду. При этом один треугольник будет лежать в основании, а три треугольника станут стенками пирамиды.

Мышление всегда сосуществует с воображением. Там, где недостаточно данных для того, чтобы сделать правильный вывод, включается воображение. Оно предлагает возможную схему решения, которое потом проверяется логическим мышлением, а затем практикой.

---

**Базовые и вторичные потребности, сознание, интуиция; речь: внешняя, внутренняя; познавательные процессы: ощущение, восприятие, память, воображение, мышление, объект, фон, наблюдение, представления, ум.**

---



**1.** Чем различаются потребности человека и животных?
**2.** Приведите примеры базовых и вторичных потребностей человека.
**3.** Какие факторы влияют на формирование потребностей?
**4.** Какова роль речи в организации трудовой деятельности?
**5.** Объясните, как происходит формирование внутренней речи. Какую функцию она выполняет?
**6.** Какие психические процессы относятся к познавательным?
**7.** Что мы относим к объекту восприятия, а что — к фону?
**8.** Какие трудности бывают при воспроизведении информационного материала?
**9.** Каково значение речи при запоминании и воспроизведении?
**10.** Чем краткосрочная память отличается от долговременной?
**11.** Что такое воображение?
**12.** Объясните разницу между активным воображением и пассивным.
**13.** Как мышление связано с речью? Приведите примеры.
**14.** Каковы качества ума?

!

**1.** Попытайтесь создать рекламный рисунок булочной-пекарни.

2. По описанию свидетеля определите тип его восприятия: «Дорожное происшествие произошло в 18 ч 30 мин. Автобус выезжал из переулка, когда синяя «Волга» не смогла справиться с управлением и ударила автобус в левый угол».
3. Объясните разницу в понятиях «представление памяти» и «представление воображения».

## § 57. Воля, эмоции, внимание

**1. Из каких этапов складывается волевой акт?**
**2. Почему эмоциональные реакции одинаковы у всех людей?**
**3. Как люди переживают эмоциональные состояния: настроение, аффект, стресс, депрессию? Что такое эмоциональные отношения?**
**4. Какими свойствами обладает внимание?**
**5. Как заставить себя быть внимательным?**

**Волевые действия.** Под *волей* обычно понимают сознательную саморегуляцию поведения человека, обеспечивающую преодоление трудностей на пути к достижению цели. *Волевое действие* выполняет две функции: *побудительную*, заставляющую бороться с препятствиями, преодолевать их, и *тормозную*, способную удерживать себя от нежелательных поступков.

Деятельность человека или животного побуждается потребностями. Нередко бывает, что в одно и то же время человек испытывает несколько разных желаний.

Первый этап волевого акта начинается с выбора цели. Часто сталкиваются сиюминутное желание, подкрепленное приятной перспективой, и дело, которое необходимо сделать, но которое не доставляет никакого удовольствия. Правильный выбор далеко не всем и не всегда дается легко. Он является результатом борьбы мотивов (побуждений).

Следующим этапом волевой деятельности является выбор средств для достижения цели. Человек продумывает разные варианты действия и останавливается на том, который кажется ему лучшим. И выбор цели, и выбор способа ее достижения являются мыслительным процессом, в котором обдумываются результаты действия, как конечные, так и промежуточные. Обычно это происходит раньше выполнения самого действия. И когда оно начинает претворяться в жизнь, человек непре-

рывно сверяет полученные результаты со своим замыслом. В зависимости от совпадения или несовпадения промежуточных и конечных результатов с тем, что задумано, человек прекращает свою работу или перестраивает ее.

Таким образом, процессы волевого действия являются в значительной степени результатом мыслительных действий, которые предваряют мышечную деятельность и контролируют ее.

**Внушаемость и негативизм.** Волевой человек взвешивает предложение. Он соглашается, если оно соответствует его намерениям, или отвергает, если оно для него не подходит. Волевой человек никогда не действует автоматически.

Люди, которые не отличаются самостоятельностью, поступают иначе. Они либо пассивно следуют за лидером, либо действуют наперекор ему. В первом случае можно говорить о *внушаемости*, во втором о *негативизме*. И то и другое состояние является признаком недостаточно развитой воли.

И в первом и во втором случае выбор цели и выбор способа действия отсутствуют. Действия навязаны со стороны, они не осмыслены, импульсивны и отличаются только по знаку.

**Эмоции.** В головном мозге существуют центры, возбуждение которых приводит к удовольствию или к страданию. Благодаря работе этих центров человек и животные оценивают полученную информацию с точки зрения важности ее для организма: пользу или вред она предопределяет? Например, радость и удовольствие от удачно проведенного дела закрепляют в памяти действия и стимулируют применение их в дальнейшем.

**Эмоциональные реакции.** Плач, смех, проявления удовольствия, страха, печали и других чувств у всех людей сходны. Это *эмоциональные реакции*, которые присущи всем людям, потому что они имеют безусловно-рефлекторную природу. Эмоциональные реакции не всегда соответствуют знаку эмоции. Плакать можно от горя, но могут быть и слезы радости.

**Эмоциональные состояния.** От эмоциональных реакций надо отличать *эмоциональные состояния*. У людей может быть хорошее или плохое *настроение*. Они могут переживать радость или печаль, столкнувшись с тем или иным событием в быту или на работе, читая книгу, просматривая фильм или театральную постановку, слушая музыку или наблюдая спортивное состязание.

Иногда человек может находиться в состоянии бурной эмоциональной вспышки и потерять над собой волевой контроль — это состояние *аффекта*. Именно в таком состоянии царь Иван Грозный убил своего сына. Остекленевшие глаза ца-

ря, показанные на картине Ильи Ефимовича Репина «Иван Грозный и сын его Иван», кажутся безумными и отрешенными.

Аффект обычно длится недолго. Когда он заканчивается, человек испытывает горькое сожаление по поводу содеянного. Состояние аффекта может проявляться в паническом бегстве, приступе агрессии, в оцепенении, близком к обмороку. Сознание в это время утрачивает ясность и сосредоточено только на выполняемом действии, а не на его последствиях. В момент аффекта проявляются основные свойства доминанты (см. § 53), и любое дополнительное воздействие может привести к усилению этого состояния.

**Стресс.** В любой работе могут быть ситуации, когда требуется затратить значительно больше сил, чем обычно. Получение нового, трудного задания нередко заставляет нас переходить на более высокий рабочий ритм. Это ведет к напряжению сил организма. Такое напряжение канадский ученый Ганс Селье назвал *стрессом*.

Эмоциональные переживания развиваются еще до начала работы и связаны с оценкой задачи и необходимых для ее решения усилий. Обычно это состояние тревоги в сочетании с переживаниями неуверенности в успешном решении задачи.

Когда человек включается в работу, состояние тревоги проходит. Если работа идет успешно, переживание уверенности в своих силах нарастает, доходя иногда до степени азарта. Обычно в этот период работа идет наиболее эффективно. Однако если ее приходится выполнять слишком долго, наступает утомление, которое сопровождается ухудшением самочувствия. Длительное перенапряжение может привести к неврозу, гипертонии и другим заболеваниям.

**Эмоциональные отношения.** Наряду с эмоциональными реакциями и состояниями существуют *эмоциональные отношения*. Их обычно называют *чувствами*. Эмоциональные отношения всегда направлены на определенное лицо, объект или процесс. Любовь, дружба, вражда, ревность, зависть — все это примеры эмоциональных отношений. Обычно они объединяют различные эмоции: например, любя своего ребенка, родители и радуются его успехам, и огорчаются его неудачам, и порицают его за неправильные поступки, и одобряют его хорошее поведение.

Чувства не всегда постоянны. Они появляются, достигают своего апогея, а затем могут ослабеть или угаснуть совсем. Это

зависит и от обстоятельств и от темперамента человека. У одних людей чувства более устойчивы и глубоки, у других они быстро сменяются.

**Внимание.** Направленность и сосредоточенность сознания на том или ином виде деятельности, объекте или событии называется *вниманием*.

В центре внимания могут оказаться не только внешние события, но и внутренние переживания: воспоминания, размышления, обдумывание тех или иных поступков, пути решения возникших проблем.

При очень напряженном внимании изменяется даже облик человека. У него возникают движения приспособительного характера: он прислушивается, всматривается, стараясь максимально получить необходимые для него сведения.

**Физиологические основы внимания.** Наиболее элементарной формой внимания является *ориентировочный рефлекс*. Он включается каждый раз, когда происходит рассогласование между тем, что ожидалось, и тем, что произошло в действительности. Чем неожиданнее, ярче и значимее будет новый раздражитель, тем больше шансов у него оказаться в центре нашего внимания.

Эмоционально значимые вещи и события сильнее привлекают внимание, чем неинтересные и однообразные.

**Непроизвольное и произвольное внимание.** *Непроизвольное внимание* возникает помимо воли человека. Любой внешний раздражитель, если он новый и вызывает ориентировочный рефлекс, становится причиной непроизвольного внимания. То же происходит при восприятии интересного или эмоционально значимого события. Мы можем долго, не отвлекаясь и не делая над собой усилий, читать интересный роман, смотреть кинофильм или пьесу.

*Произвольное внимание* проявляется при осуществлении сознательных намерений человека и требует от него приложения волевых усилий. Человеку необходимо заставить себя выполнять неинтересную, но необходимую работу. В процессах произвольного внимания принимают участие лобные отделы коры большого мозга. Они управляют активирующими системами мозга так, чтобы активация направлялась в нужное место и в соответствующий момент времени.

**Основные свойства внимания.** Внимание может быть *устойчивым* и *колеблющимся*. Если смотреть на неподвижный предмет без всякой цели, то уже через несколько секунд мы

отвлечемся от него, потому что отсутствие перемен приводит к торможению воспринимающих участков мозга. Устойчивость внимания при подвижных, изменяющихся объектах значительно выше. Повышает устойчивость внимания и активная работа с предметом, даже неподвижным, когда человек рассматривает его по определенной программе, направляя свое внимание сначала на одни детали, потом на другие.

**Рассеянность.** Невнимательность человека называют *рассеянностью*. Она может происходить по двум причинам. Во-первых, из-за слабости произвольного внимания. Любое внешнее событие вызывает непроизвольное внимание и отвлекает от основной деятельности. Во-вторых, рассеянность может быть вызвана излишне концентрированным вниманием, когда все оно направлено на решение основной задачи, а любые посторонние события просто не замечаются. Причина этого недостатка в слабой способности распределять и переключать внимание.

**Воспитание внимания.** Чтобы быть внимательным, следует прежде всего знать недостатки своего внимания. Если рассеянность вызвана слабостью произвольного внимания, то необходимо тренировать именно его. Для этого выбирают упражнения, требующие длительного напряжения внимания, например выбор пути в лабиринте, прослеживание линии среди других, которые ее маскируют.

Для выработки умения переключать свое внимание можно порекомендовать поиск разбросанных цифр, где приходится по мере нахождения одной цифры переходить к следующей. Но главное в воспитании внимания — умение активно работать с объектом, ставить перед собой ряд задач и последовательно добиваться их решения.

---

**Волевое действие: борьба мотивов, выбор цели, способа действия, само действие, оценка результатов; внушаемость, негативизм; эмоциональные реакции, эмоциональные состояния: аффект, стресс; эмоциональные отношения; внимание: непроизвольное и произвольное, устойчивое и колеблющееся, рассеянность.**

---

?

**1.** Что такое волевые действия?

**2.** Приведите примеры ситуаций, когда воля выполняет побудительную функцию, а когда — тормозную.

3. Какое значение имеют внушаемость и негативизм?
4. Расскажите, какое значение в жизни человека имеют эмоции.
5. Приведите примеры аффектов и тех свойств доминанты, которыми они обладают.
6. Что такое стресс?
7. Что такое внимание?
8. Почему ориентировочные рефлексы связывают с вниманием?
9. Каковы физиологические основы внимания?

!

1. Охарактеризуйте основные виды внимания.
2. Герой гоголевской повести «Шинель» Акакий Акакиевич так был влюблен в свое дело, что даже на досуге видел перед собой ровные строчки и любимые буквы. Он отличался большой рассеянностью. Объясните, какова ее причина.

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА*

### ***Измерение числа колебаний образа усеченной пирамиды*** (по рисунку 119) ***в различных условиях***

*Оборудование*: секундомер или часы с секундной стрелкой.

*Предварительные пояснения.* Попытайтесь представить усеченную пирамиду (рис. 119), обращенную усеченным концом к вам и от вас. Когда оба образа будут сформированы, они станут сменять друг друга: пирамида будет казаться то обращенной к вам, то от вас. При каждом изменении образа надо заносить в тетрадь штриховую черту, не глядя в нее. Отрывать глаза от рисунка нельзя! По числу колебаний этих образов можно судить об устойчивости

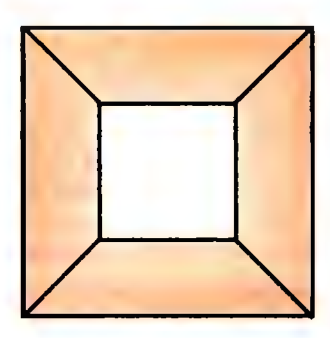


**Рис. 119.** *Усеченная пирамида*

внимания. Обычно измеряют число колебаний внимания в минуту. Для экономии времени можно измерить число колебаний за 30 с и результат удвоить. Перед проведением опыта подготовьте таблицу.

**Измерение колебаний внимания при разных условиях**

| Колебания внимания | Время | |
|---|---|---|
| | 30 с | 1 мин |
| Непроизвольное внимание (без установки) | | |
| Произвольное внимание (с установкой сохранять создавшийся образ) | | |
| Произвольное внимание при активной работе с объектом | | |

*Ход работы*

**I. Определение устойчивости непроизвольного внимания.**

Смотрите на рисунок, не отрываясь от него в течение 30 с. При каждом изменении образа делайте штрих в тетради. Число колебаний внимания за 30 с удвойте. Оба значения занесите в соответствующие графы таблицы.

**II. Удержание образа произвольным вниманием.**

Повторите опыт, соблюдая ту же методику проведения, но постарайтесь как можно дольше удерживать тот образ, который сложился. Если же он все же изменился, надо удерживать новый образ как можно дольше. Подсчитайте число колебаний. Результаты занесите в протокол.

**III. Определение устойчивости внимания при активной работе с объектом.**

Представьте себе, что рисунок изображает комнату. Маленький квадрат — ее задняя стенка. Подумайте, как расставить мебель: диван, кровать, телевизор, приемник и пр. Выполняйте эту работу в течение тех же 30 с. Не забывайте при каждом изменении образа делать штрих, причем каждый раз возвращайтесь к исходному образу и продолжайте «обставлять» комнату. «Расставлять» мебель надо мысленно, не отрываясь от рисунка. Полученные результаты занесите в таблицу в соответствующие графы.

*Обсуждение результатов.* Обычно наибольшее число колебаний внимания наблюдается при непроизвольном внимании.

При произвольном внимании с установкой удерживать сложившийся образ число колебаний внимания уменьшается, но выполнение этой инструкции требует больших усилий, потому что и картинка и установка остаются теми же. Поэтому человеку приходится непрерывно бороться с угасанием внимания.
В третьем случае у многих испытуемых колебания внимания практически не проявляется, хотя изображение пирамиды остается одним и тем же. Это результат того, что каждый последующий поиск создает новую ситуацию, вызывает рассогласование между тем, что сделано, с тем, что предстоит сделать. Это и поддерживает устойчивость внимания.

## *Основные положения главы 13*

Высшая нервная деятельность обеспечивает наиболее совершенное приспособление организма к внешней среде. Ее материальной основой у млекопитающих является функция коры большого мозга с подкорковыми ядрами и ядрами промежуточного мозга. У человека они обеспечивают высшие психические функции: познавательные, эмоциональные и волевые процессы, речь, мышление, сознание, способность к трудовой деятельности.
И. М. Сеченов установил, что работа центральной нервной системы построена на многоуровневом принципе: высшие центры способны управлять низшими: головной мозг может усилить или затормозить рефлексы спинного мозга.
И. П. Павлов и его последователи изучали врожденные и приобретенные формы поведения. Они открыли ряд законов высшей нервной деятельности.
К врожденной программе поведения относятся безусловные рефлексы, инстинкты и отчасти запечатление; к приобретенной — условные рефлексы, рассудочная деятельность, динамический стереотип, а у человека осознанная волевая деятельность.
Основными процессами нервной системы являются возбуждение и торможение. Различают врожденное безусловное торможение и выработанное, условное. Возбуждение и торможение связаны законом взаимной индукции: возбуждение наводит в конкурирующих центрах мозга торможение, а торможение — возбуждение. Существует и последовательная индукция: возбужденный центр с течением времени затормаживается, а заторможенный — возбуждается.
Выдвижение на первый план очередной потребности приводит соответствующие нервные центры к появлению очагов

повышенного временного возбуждения — доминанты. Этот очаг способен затормаживать остальные очаги, а поступающие в мозг возбуждения от посторонних раздражителей замыкать на себя и усиливаться за их счет. Благодаря этому состоянию, открытому А. А. Ухтомским, возможно замыкание условно-рефлекторной связи и образование условного рефлекса.

Для всех млекопитающих животных и человека характерны суточные биологические ритмы: сон и бодрствование. Их чередование необходимо для поддержания здоровья. По характеру кривой, получаемой при исследовании мозга на электронном приборе, различают фазу быстрого и фазу медленного сна. Сновидения чаще бывают во время быстрого сна.

Высшую нервную деятельность человека отличает от таковой у животных наличие речи, мышление и сознание, способность к творчеству. Различают внешнюю речь, которая дает возможность общаться между людьми, приобретать знания и пользоваться достижениями прошлых поколений, и внутреннюю речь, организующую поведение самого человека: его сознание, поступки, мышление.

С речью связаны высшие психические функции человека. Они включают познавательные процессы: ощущения, восприятия, память, воображение, мышление; эмоциональные и волевые процессы, внимание. Осознанная деятельность человека тесно связана с речью: сначала в речевой форме проигрывается сценарий будущего действия или поступка, а уж затем следует само действие. Бессознательные и подсознательные действия обычно происходят неосознанно, без речевого участия.

Важное место в психической жизни человека занимает внимание. Различают произвольное и непроизвольное внимание. Активная работа с объектом повышает устойчивость внимания без дополнительного волевого усилия.

Глава 14

# Эндокринная система



## Из этой главы вы узнаете

*о том, как действуют гормоны, что происходит при их недостатке или избытке, какими признаками обладают наиболее часто встречающиеся эндокринные нарушения и какими способами можно помочь некоторым больным*

## Вы научитесь

*определять расположение некоторых эндокринных желез в соответствующих областях тела, распознавать симптомы ряда эндокринных заболеваний*

## § 58. Роль эндокринной регуляции

**1. Какие железы относятся к железам внутренней, смешанной и внешней секреции?**
**2. Какова функция гормонов?**
**3. Как осуществляется нервная и гуморальная регуляция?**
**4. Какими свойствами обладают гормоны?**

**Органы эндокринной системы.** К эндокринной системе относятся органы, которые выделяют *гормоны*, то есть биологически активные вещества, поступающие непосредственно в кровь и регулирующие работу органов, обмен веществ в организме, его рост и развитие, постоянство внутренней среды. *Железы внутренней секреции* выделяют только гормоны: эпифиз, гипофиз, щитовидная железа, надпочечники. *Железы смешанной секреции*: поджелудочная железа, половые железы. Одни клетки выделяют гормоны, другие — иные секреты (рис. 120).

Например, поджелудочная железа выделяет в кровь инсулин, а в двенадцатиперстную кишку — секрет, содержащий пищеварительные ферменты (трипсин, липазу, амилазу). Поэтому ее относят к железам смешанной секреции. К железам внешней секреции относят те, которые выделяют секреты либо наружу, либо в протоки, либо в полые органы. Их секреты не являются гормонами. Таковы сальные, желудочные, слюнные, потовые железы.

Мы расскажем о некоторых железах внутренней и смешанной секреции.

Гормоны включаются в работу на ранних этапах индивидуального развития организма. Они начинают действовать задолго до его рождения, направляя развитие органов. Это продолжается и после рождения. Если в организме недостает гормона щитовидной железы, то задерживается рост тела в длину, нарушаются его пропорции, возникает умственная отсталость.

Гормоны активно поддерживают постоянство внутренней среды, например содержание в крови кальция или глюкозы.

Гормоны регулируют процессы роста и развития, влияя на работу митохондрий и рибосом клеток. Они могут усиливать образование белка, регулировать процессы окисления, а так-

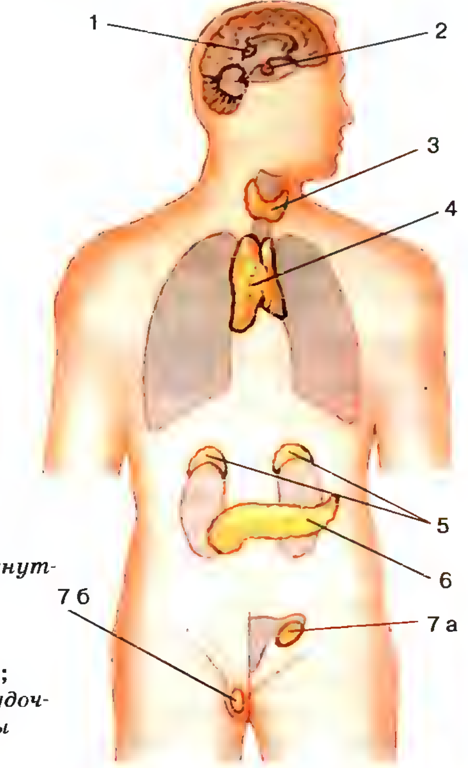



**Рис. 120.** *Расположение желез внутренней и смешанной секреции*:
1 — *эпифиз*; 2 — *гипофиз*;
3 — *щитовидная железа*;
4 — (*тимус*) *вилочковая железа*;
5 — *надпочечники*; 6 — *поджелудочная железа*; 7 — *половые железы*
(а — *женские*, б — *мужские*)

же принимают важную роль в приспособлении организма к нагрузкам.

Одни гормоны дополняют действие симпатического отдела вегетативной нервной системы, усиливая состояние напряжения организма, деятельность сердца, поднимая артериальное давление крови. Другие гормоны дополняют действие парасимпатической системы, содействуя переходу организма от состояния напряжения к состоянию покоя.

**Единство нервной и гуморальной регуляций.** Если нервная система посылает свои импульсы как бы по проводам, точно к определенным органам, и быстро изменяет их работу, то поступившие в кровь гормоны достигают цели медленнее, но зато они охватывают сразу больше органов и тканей, участвующих в деятельности, осуществляемой в данный момент. Импульсы, поступающие из нервной системы в железы эндо-

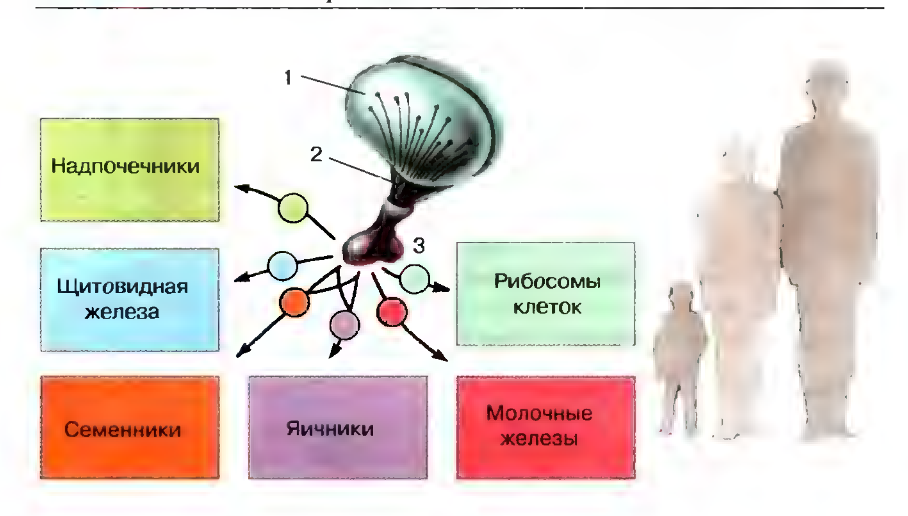



**Рис. 121.** *Регуляция функций гипофиза со стороны гипоталамуса и воздействия гипофиза на органы-мишени:*
1 — *таламус;* 2 — *гипоталамус;* 3 — *гипофиз.*
*Стрелками показаны гормоны, выделяемые гипофизом.*
*В прямоугольниках даны органы-мишени, на которые они действуют: надпочечники, щитовидная железа, семенники, яичники, молочные железы, рибосомы клеток. Тонкими линиями показано направление кровотока от таламуса и гипоталамуса к гипофизу.*
*Справа показаны фигуры людей с недостаточным, нормальным и избыточным выделением гормона роста гипофизом*

кринной системы, позволяют с помощью гормонов объединить органы, которые участвуют в этой деятельности, и на время затормозить те процессы, которые в данный момент менее важны. Поэтому нервная и эндокринная системы дополняют одна другую.

**Промежуточный мозг и органы эндокринной системы.** В промежуточном мозге расположен участок, называемый *гипоталамусом* (см. § 46). В нем есть нервные клетки, которые вырабатывают *нейрогормоны*. Особенность этих клеток в том, что их аксоны образуют синапсы в стенках кровеносных сосудов. И вещества, выделяемые синапсами, попадают в кровь. По кровеносным сосудам нейрогормоны с током крови попадают в центральную железу эндокринной системы — гипофиз. Он посылает свои гормоны другим железам, регулируя их работу так, что объединяются именно те органы, которые участвуют в данной функции организма (рис. 121).

**Свойства гормонов.** Главное свойство гормонов заключается в том, что они действуют на определенные органы или клетки в ничтожно малых количествах. Органы, на которые действуют гормоны, называют *органами-адресатами* данного гормона или органами-мишенями.

Другое свойство гормонов заключается в том, что *после своего действия гормон разрушается.* Благодаря этому создается возможность для следующих гормональных воздействий. Если бы предшествующие порции гормонов не разрушались, последующие не могли бы действовать. Но если гормоны непрерывно разрушаются, то они должны непрерывно вырабатываться в течение всей жизни, что и происходит в здоровом организме. Изменение активности желез внутренней секреции и нарушение их функций приводит к серьезным расстройствам.

---

**Эндокринная система, железы внутренней секреции: эпифиз, гипофиз, щитовидная железа, надпочечники; железы смешанной секреции: поджелудочная железа, половые железы; железы внешней секреции; нейрогормоны.**

---

?

1. Какие железы относятся к эндокринной системе?
2. Что и куда выделяют железы внутренней, внешней и смешанной секреции?
3. Как взаимодействуют нервная и гуморальная регуляции?
4. Какова функция гипоталамуса?
5. Каковы основные свойства гормонов?

!

1. Из заданного списка выпишите в левый столбик названия желез внешней секреции, в средний — названия желез смешанной секреции, в правый — названия желез внутренней секреции.
Сальные железы, железы желудка, поджелудочная железа, гипофиз, половые железы, щитовидная железа, надпочечники, молочные железы.
2. Известно, что ферменты, гормоны и витамины являются биологически активными веществами. В чем же разница между ними?

## § 59. Функция желез внутренней секреции

**1. Какие железы регулируют рост и развитие организма?**
**2. Как они влияют на обмен веществ?**
**3. Как гормоны поддерживают постоянство внутренней среды?**
**4. Какие гормоны активизируют работу органов при переходе от состояния покоя к деятельности?**

**Гормон роста гипофиза.** *Гипофиз* вырабатывает несколько гормонов (рис. 121). Один из них влияет на рост человека. Проникая в клетки, он усиливает выработку белков на рибосомах, вследствие чего клетки быстрее растут и делятся. При недостатке этого гормона рост замедляется и длина тела взрослого человека порой не превышает 120 см. Любопытно, что пропорции тела при этом остаются нормальными, умственные способности сохраняются. *Гипофизарные карлики* в ряде случаев добивались высоких результатов в различных видах деятельности.

При избытке гормона роста увеличение длины тела происходит ненормально быстро и может превысить 240 см у взрослого человека. Это *гигантизм*.

Бывают случаи, когда гормон роста вырабатывается с избытком в то время, когда процессы роста уже закончились. Тогда происходит непропорциональное увеличение органов, которые еще не потеряли возможность расти. Возникают усиленный рост носа, языка, конечностей или ушей. Эту болезнь называют *акромегалией*.

**Щитовидная железа.** На рост и развитие оказывает влияние и щитовидная железа (рис. 122). Ее гормоны воздействуют на митохондрии, регулируя процессы окисления и обмен веществ. Кроме того, со щитовидной железой связаны процессы развития организма, ибо ее гормоны содействуют ускорению полового созревания.

Для успешного образования гормонов щитовидной железы необходим йод. При его отсутствии ткань щитовидной железы разрастается, однако это не приводит к нормальной выработке гормонов, и проявления болезни остаются.

Исследования экологов показали, что в значительной степени причина заболевания кроется в том, что в почве отсутствует достаточное количество йода, а потому продукты питания так-

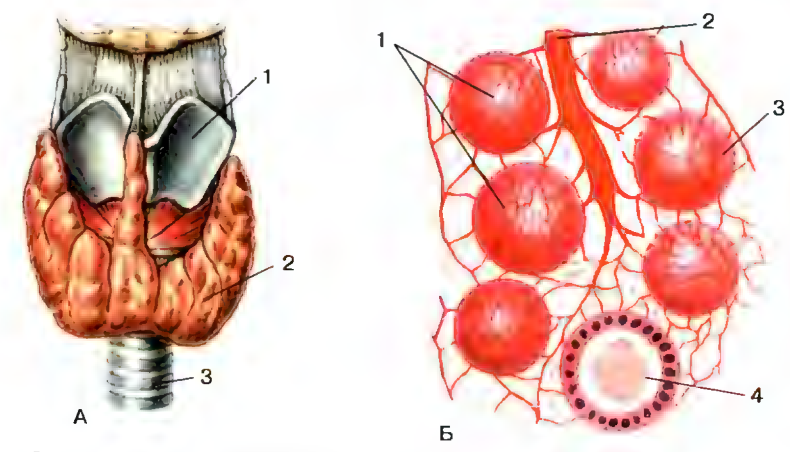



**Рис. 122.** *Щитовидная железа.*
А — *положение щитовидной железы*: 1 — *щитовидный хрящ*; 2 — *щитовидная железа*; 3 — *трахея*; Б — *микроскопическое строение щитовидной железы*: 1 — *пузырьки, эпителиальные стенки которых выделяют гормоны*; 2 — *кровеносный сосуд*; 3 — *сеть его капилляров, оплетающих пузырек*; 4 — *пузырек в разрезе* (*содержащиеся в пузырьке гормоны поступают в кровь*)

же бедны соединениями йода. Чтобы предотвратить заболевание щитовидной железы, к поваренной соли подмешивают небольшой процент йодида калия.

Если у взрослого человека щитовидная железа выделяет слишком много гормона, то развивается *базедова болезнь*. Процессы биологического окисления у таких людей происходят излишне интенсивно, а потому у них могут быть повышенная температура тела, усиленная работа сердца. Больные отличаются худобой. Глаза кажутся как бы выпученными. Умственные способности больных сохраняются. Однако больные отличаются повышенной возбудимостью.

При недостаточном функционировании щитовидной железы у взрослых развивается заболевание *микседема*, или слизистый отек. Окислительные процессы протекают вяло. Сердце работает недостаточно интенсивно, что приводит к отекам ног. Больной постоянно ощущает слабость и сонливость. В нервной системе преобладают процессы торможения.

Особенно тяжелые последствия от недостатка гормона щитовидной железы возникают у детей. У них нарушается рост в длину, в то время как в ширину они растут нормально. Это приводит к серьезным нарушениям пропорций тела. Ребенок

растет с резким отставанием в физическом и умственном развитии. Это заболевание называется *кретинизм*.

При лечении базедовой болезни прописывают препараты, снижающие активность щитовидной железы. Для этого прибегают к радиоактивному йоду, который выводит из строя часть клеток щитовидной железы, или к оперативному удалению ее части. Выработка гормонов при этом уменьшается, и больной поправляется. Удается помочь и детям, если болезнь определена в самом начале.

**Влияние надпочечников и половых желез на рост и развитие организма.** В период полового созревания активность гипофиза и надпочечников возрастает. Происходит бурный рост тела и завершение развития организма. Созревшие половые железы выделяют гормоны, стимулирующие вторичные половые признаки: оволосение по мужскому и женскому типу в зависимости от пола, развитие молочных желез у девушек.

В отличие от большинства других органов половые железы в мужском и женском организмах различны. В мужском — это *семенники* (яички), в женском — *яичники*. Семенники выделяют в кровь мужской половой гормон, а яичники — несколько женских гормонов. Влиянием половых гормонов объясняется различие в пропорциях тела мужчин и женщин, в их облике и поведении.

**Гормон поджелудочной железы инсулин.** Поджелудочная железа относится к железам смешанной секреции: одни ее клетки вырабатывают *поджелудочный сок*, попадающий по протокам в двенадцатиперстную кишку, другие выделяют в кровь гормон *инсулин*. Он стимулирует усвоение глюкозы тканями, а также превращение ее избытка в гликоген мышц и печени. Это способствует поддержанию постоянного уровня глюкозы в крови.

**Сахарный диабет.** При заболевании поджелудочной железы выработка инсулина снижается. Это приводит к нарушению усвоения глюкозы тканями. Обмен веществ нарушается, так как вместо глюкозы ткани вынуждены использовать другие химические вещества. Уровень глюкозы в крови возрастает, и она начинает выводиться с мочой. Больные сахарным диабетом испытывают слабость, устойчивость их организма к инфекциям снижается. Часто возникают аллергические реакции с поражением кожи и других органов. Раньше такие люди жили недолго. Положение изменилось, когда было выяснено, что выделяемый из поджелудочной железы животных инсулин может по-

мочь больному. Правда, полного излечения сахарного диабета достичь пока не удается, но при правильном использовании инсулина и соблюдении режима больные вполне трудоспособны.

**Гормоны надпочечников.** Надпочечники расположены на верхушках почек. Они образованы *мозговым* и *корковым* веществом. При переживаниях, напряженной мышечной работе адреналин и другой гормон — *норадреналин* выделяются в кровь мозговым слоем надпочечников, эти гормоны повышают артериальное давление, усиливают работу сердца, расширяют просветы бронхов, увеличивают количество сахара в крови. Эти влияния поддерживают симпатическую иннервацию, активизирующуюся при напряженной работе.

Корковое вещество надпочечников вырабатывает несколько гормонов. Одни повышают выносливость организма, помогают приспособиться к неблагоприятным условиям среды и сохранять работоспособность в течение длительного времени. Другие гормоны коркового вещества надпочечников принимают участие в поддержании постоянного уровня ионов калия и натрия во внутренней среде организма, повышают интенсивность синтеза белка, стимулируют увеличение объема и силы мышц. Препараты на их основе применяются при лечении ослабленных и истощенных больных.

---

**Гипофиз, гормон роста, акромегалия, щитовидная железа, базедова болезнь, микседема, кретинизм; половые железы: семенники, яичники; поджелудочная железа, инсулин, сахарный диабет, надпочечники: адреналин, норадреналин.**

---



1. Где находятся гипофиз и щитовидная железа?
2. Каковы симптомы базедовой болезни?
3. Почему в одних случаях увеличение интенсивности функций гипофиза приводит к гигантизму, а в других — к акромегалии? С чем это связано?
4. Как излечивают больных с избыточной функцией щитовидной железы и как — с недостаточной функцией?
5. Объясните, как влияет недостаток йода в почве на образование «зоба».
6. Какое значение для развития человека имеют гипофиз, надпочечники и половые железы?
7. Почему поджелудочную железу относят к железам смешанной секреции?

**8.** Какие изменения в клетках организма могут произойти при снижении или превышении содержания глюкозы в крови?
**9.** В чем причина сахарного диабета?
**10.** Какие изменения происходят в организме, когда он переходит из состояния покоя к состоянию активности?
**11.** Назовите функции гормонов мозгового и коркового вещества надпочечников.

## *Основные положения главы 14*

Эндокринная система включает железы, выделяющие гормоны. К ним относятся железы внутренней секреции: эпифиз, гипофиз, щитовидная железа, надпочечники, а также железы смешанной секреции, поджелудочная железа, половые железы.

Гормоны поступают из желез непосредственно в кровь и, дойдя до органа-адресата, изменяют его работу. В тканях этих органов гормоны распадаются, освобождая место для воздействия следующей порции.

Эндокринная и нервная регуляция взаимно дополняют друг друга. Нервные импульсы действуют прицельно, быстро изменяя работу органа. Гормоны действуют медленнее, но зато охватывают большое число органов, участвующих в данной деятельности. Регулируется эндокринная система гипоталамусом. Он посылает нейрогормоны к гипофизу, а тот регулирует другие железы внутренней и смешанной секреции. Для развития нервной системы требуются гормоны. Отсутствие гормонов щитовидной железы, например, в раннем детстве ведет к умственной отсталости.

На рост и развитие организма оказывает влияние гормон роста гипофиза. Гормоны щитовидной железы регулируют процессы окисления в клетке и развитие органов и систем организма. На половое развитие влияют кроме них и другие эндокринные железы. Гипофиз и надпочечники стимулируют развитие половых желез, а те, в свою очередь, обеспечивают развитие вторичных половых признаков.

Гормоны оказывают влияние на поведение человека, в частности на инстинкты.

Если организм попадает в трудные условия, то наряду с усилением действия симпатического подотдела вегетативной нервной системы включаются и гормоны мозгового вещества надпочечников: адреналив и норадреналин.

Глава 15

# Индивидуальное развитие организма



## Из этой главы вы узнаете

*о развитии человеческого организма, об изменениях, происходящих в подростковом возрасте, о болезнях, передающихся половым путем, о темпераменте и характере, об интересах и склонностях, о развитии способностей к той или иной деятельности*

## Вы научитесь

*доказывать филогенетическое родство эмбриологическими методами, определять темперамент, различать интересы и склонности, использовать знания о своих способностях для выбора дальнейшего жизненного пути*

## § 60. Жизненные циклы. Размножение

**1. Почему вид может существовать практически неограниченное время, в то время как каждая отдельная особь смертна?**
**2. Как созревают сперматозоиды и яйцеклетки?**
**3. От чего зависит пол ребенка?**

**Размножение организмов.** Все живое рождается, растет, развивается, оставляет потомство, стареет и умирает. Жизнь каждого отдельного существа ограничена, но жизнь на Земле продолжается уже миллионы лет.

В природе существуют две формы *размножения* — *бесполое* и *половое*. При бесполом размножении потомство происходит от одной особи. При этом набор генов (наследственных единиц) у материнского и дочернего организмов остается одинаковым. Лишь случайные изменения в генном аппарате (мутации) вносят некоторое разнообразие в наследственную программу.

При половом размножении участвуют два организма — материнский и отцовский. Генный аппарат потомства обновляется, так как в нем сочетаются наследственные свойства не только отца и матери, но через них и прародителей — как со стороны матери, так и со стороны отца. Благодаря этому особи вида, размножающегося половым путем, обладают множеством индивидуальных задатков, которые помогают им лучше приспосабливаться к условиям среды. Как бы ни менялась окружающая среда, всегда среди представителей вида найдутся такие, которые смогут нормально существовать и оставить потомство в новых условиях. Человеку, как и животным и большинству растений, свойственно половое размножение.

**Мужская половая система** (рис. 123). Мужские половые клетки — *сперматозоиды* образуются в *семенниках* (яичках). Созревание сперматозоидов происходит при температуре около 35 °С. Это ниже температуры брюшной полости тела. Поэтому семенники находятся вне брюшной полости, в кожном мешочке — *мошонке*.

Полное созревание сперматозоидов происходит в системе семявыносящих каналов, а затем они попадают в мочеиспуска-

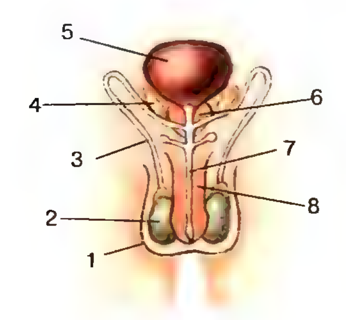



**Рис. 123.** *Мужская половая система и мочевой пузырь:*
1 — *мошонка*; 2 — *семенник* (*яичко*); 3 — *семявыносящие каналы*; 4 — *семенные пузырьки*; 5 — *мочевой пузырь*; 6 — *предстательная железа* (*простата*); 7 — *мочеиспускательный канал*; 8 — *половой член*

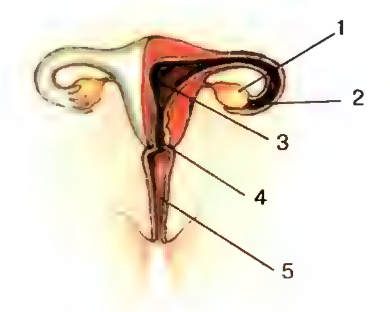



**Рис. 124.** *Женская половая система:*
1 — *яичник*; 2 — *маточная труба*; 3 — *матка*; 4 — *шейка матки*; 5 — *влагалище*

тельный канал, в начало которого впадают и протоки дополнительных желез — семенных пузырьков и *предстательной железы,* или *простаты.* Ее секрет входит в состав *семенной жидкости*, в которой находятся зрелые сперматозоиды. Во время их созревания происходит редукционное деление. В результате образуются клетки сперматозоидов с половинным числом хромосом в ядре. Один из образовавшихся сперматозоидов получает половую хромосому X (икс), второй — половую хромосому Y (игрек).

Каждый сперматозоид имеет головку с относительно большим ядром, шейку и цитоплазматический жгутик, с помощью которого он способен перемещаться.

**Женская половая система** (рис. 124) состоит из *яичников, маточных труб, матки.* Созревание *яйцеклетки* происходит в *граафовом пузырьке* яичника. Развитие яйцеклетки продолжается около 28 суток. В результате редукционного деления зрелая яйцеклетка, также как и сперматозоид, остается с половинным набором хромосом. Каждая яйцеклетка имеет в своем составе только X-хромосому. Следовательно, пол будущего ребенка зависит от отца.

После того как яйцеклетка созреет, граафов пузырек лопается и яйцеклетка попадает в маточную трубу. Этот процесс

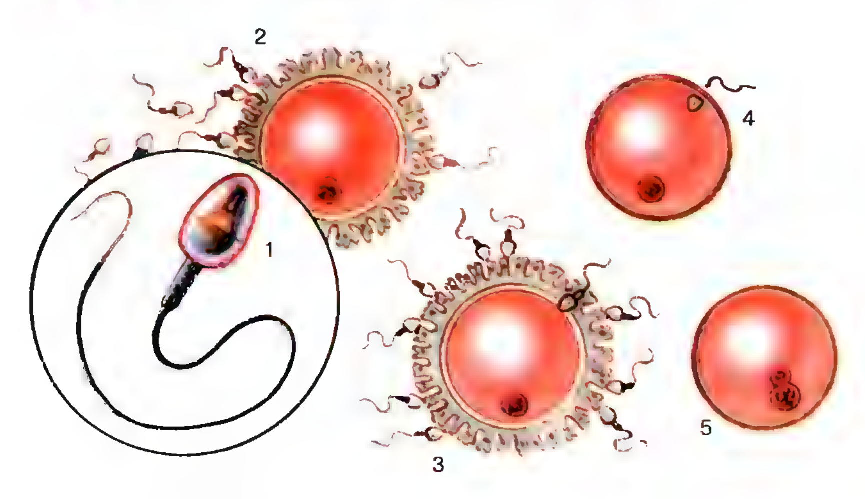



**Рис. 125.** *Оплодотворение*:
1 — *сперматозоид*; 2 — *яйцеклетка*; 3, 4, 5 — *стадии оплодотворения*

называют *овуляцией*. Яйцеклетка подхватывается клетками мерцательного эпителия с ресничками и передвигается по трубе к матке.

**Образование и развитие зародыша.** Встреча яйцеклетки со сперматозоидами происходит в маточной трубе. Из многих сперматозоидов, достигших яйцеклетки, в нее внедряется только один, наиболее активный. Слияние хромосом яйцеклетки и сперматозоида называется *оплодотворением* (рис. 125). В результате оплодотворения образуется зародышевая клетка — *зигота* — с полным (то есть двойным) набором хромосом. При этом половину набора она наследует от материнского организма, другую — от отцовского. В результате в наследственных свойствах зародышевой клетки (а следовательно, и будущего организма) сочетаются свойства обоих родителей.

Пол потомства зависит от половых хромосом. Если в зародышевой клетке (зиготе) оказались две X-хромосомы (X от матери и X от отца), родится девочка. Если оказались X- и Y-хромосомы (X от матери и Y от отца), родится мальчик.

Начальные фазы развития зародышевой клетки происходят в маточной трубе. Клетка многократно делится, и вскоре образуется пузырек с ворсинками на внешней поверхности, направленными наружу. Стенка матки к этому времени стано-

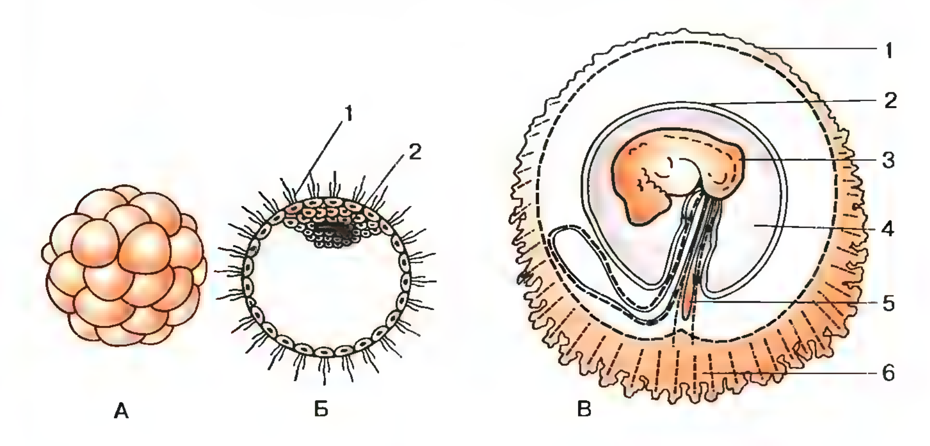



**Рис. 126.** *Развитие зародыша:*
А — *образование зародышевого пузырька (бластулы)*;
Б — *шестидневный зародыш*: 1 — *ворсинки на внешней оболочке*;
2 — *группа клеток, из которых будут развиваться тело зародыша и его внутренние оболочки*;
В — *четвертая неделя жизни*: 1 — *наружная оболочка*;
2 — *внутренняя оболочка*; 3 — *плод*; 4 — *плодные воды*;
5 — *пуповина*; 6 — *формирующаяся плацента*

вится готовой к приему зародыша: в ней разрастаются клетки рыхлого слоя эпителия. Зародыш прикрепляется ворсинками к этому слою, а через некоторое время погружается в него (рис. 126).

**Менструации и поллюции.** Неоплодотворенная яйцеклетка ворсинок не имеет и прикрепиться к стенке матки не может. Она удаляется из матки. Наряду с этим слущивается и отторгается эпителий внутренней стенки матки. С небольшим количеством крови он также удаляется из организма. Этот процесс происходит периодически и называется *менструацией*. После этого происходит обновление эпителия внутренней поверхности матки. Все эти процессы образуют *менструальный цикл*. Его средняя продолжительность 28 суток (лунный месяц). Но не является нарушением его продолжительность и от 17 до 44 суток, если это величина постоянная.

Созревание сперматозоидов в организме мужчины происходит непрерывно. Непроизвольные семяизвержения называются *поллюциями*. У здоровых людей они происходят обычно во время сна.

**Сперматозоиды, семенники (яички), семявыносящие каналы, предстательная железа (простата), семенная жидкость; редукционное деление, гены, половые хромосомы (X, Y), яичники, маточные трубы, матка, граафов пузырек, яйцеклетка, овуляция; оплодотворение; менструация, менструальный цикл, поллюции.**



1. Каковы преимущества полового размножения перед бесполым?
2. Объясните, какое биологическое значение имеет наличие у сперматозоида и яйцеклетки половинного набора хромосом.
3. Где происходит оплодотворение? Что образуется в результате этого процесса?
4. Почему зародыш может удержаться в матке, а неоплодотворенная яйцеклетка — не может?

! Приведите примеры бесполого размножения, известные вам из курсов биологии «Растения» и «Животные».

## § 61. Развитие зародыша и плода. Беременность и роды

**1. Какие факты говорят о том, что программа развития определена историческим прошлым человека как биологического вида?**
**2. Когда зародыш становится плодом?**
**3. Как протекают беременность и роды?**

**Закон индивидуального развития.** В 1864—1866 гг. два немецких ученых, Эрнст Геккель и Фриц Мюллер, сформулировали основной биогенетический закон: в *онтогенезе* (индивидуальном развитии организма) повторяется *филогенез* (черты исторического развития вида, к которому эта особь принадлежит). Однако такое повторение неполное и неодинаковое по времени для разных органов. Это связано с тем, что те органы, которые начинают функционировать раньше,

I стадия

II стадия

III стадия

Рыба Саламандра Черепаха Крыса Человек

**Рис. 127.** *Зародышевое сходство рыбы, саламандры, черепахи, крысы и человека на I, II, III стадиях развития*

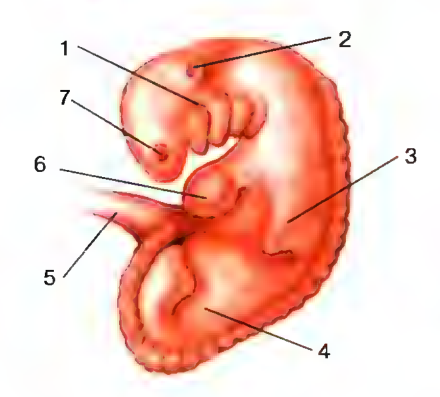



**Рис. 128.** *Зародыш на пятой неделе развития:*
*1 — жаберные дуги; 2 — слуховой пузырек; 3 — зачаток руки; 4 — зачаток ноги; 5 — пупочный канатик; 6 — сердце; 7 — зачаток глаза. Хорошо различим хвост*

проходят стадии своего развития в более быстром темпе, чем те, которые включаются в работу позже. Кроме того, возникают приспособления и у зародыша к тем условиям, в которых он находится.

Биогенетический закон говорит о том, что программа развития каждой особи сформировалась в процессе эволюции вида, к которому эта особь принадлежит. Изучая индивидуальное развитие, можно понять историческое прошлое этого вида (рис. 127).

**Развитие плода.** Вспомним, что на ранних стадиях развития зародыш млекопитающих имеет наружную оболочку, которая покрыта ворсинками. С их помощью он внедряется в стенку матки (см. рис. 126). Затем объем зародыша увеличивается, ворсинки исчезают, а вместо них на стороне, обращенной к матке, образуется *плацента* (детское место). *Пупочный канатик* соединяет зародыш, который становится *плодом*, с плацентой. В ней развивается густая сеть кровеносных сосудов.

Из материнских кровеносных сосудов в капилляры детского организма проникают кислород и питательные вещества. Обратно уходят углекислый газ и другие продукты распада. Кровеносная система плода и материнского организма самостоятельны и в норме изолированы друг от друга.

На ранней стадии развития у зародыша образуются жаберные дуги и щели — признак, характерный для рыб. Это указывает на то, что наши далекие предки дышали жабрами. Однако в процессе дальнейшего развития человеческого зародыша жаберные дуги превращаются в щитовидный хрящ, слуховые косточки и некоторые другие образования, свойственные млекопитающим

(рис. 128). С развитием легочного дыхания у наших предков жаберные дуги изменились и приобрели другую функцию.

На одной из стадий развития плод человека имеет хвост, напоминающий хвост пресмыкающихся. К моменту рождения он рассасывается.

Известно, что приматы, имеющие по два соска, произошли когда-то от многососковых млекопитающих. На четвертом месяце развития человеческого плода этот признак проявляется, но потом исчезает. Это тоже одно из проявлений биогенетического закона.

**Беременность.** Состояние женщины от оплодотворения яйцеклетки до рождения ребенка называется *беременностью*. В это время происходит перестройка жизнедеятельности организма будущей матери. Усиливаются процессы синтеза белка и других веществ, из которых строятся клетки, ткани и органы формирующегося организма ребенка. Происходит нейтрализация и выведение продуктов его жизнедеятельности.

В связи с беременностью необходимо тщательное медицинское наблюдение за состоянием здоровья матери и развитием плода. Продолжительность беременности у человека примерно 280 суток (10 лунных месяцев).

**Режим беременной.** Жизнь женщины во время беременности должна быть размеренной и спокойной. Нельзя выполнять тяжелую физическую работу. Однако повышенная двигательная активность не противопоказана. Полезна ходьба, специально подобранные упражнения. Следует помнить, что спрыгивание даже с небольшой высоты может вызвать кровотечение и выкидыш плода.

Пища беременной должна быть калорийной и легко усваиваемой. Нельзя переедать и употреблять продукты, вызывающие процессы брожения в кишечнике. Исключаются шоколад, острые и пряные продукты, которые могут вызвать у ребенка аллергию.

Одежда беременной должна быть свободной, не стеснять движений и не стягивать какие-либо участки тела, что ухудшает кровообращение. Нельзя носить туфли на высоком каблуке — это усиливает напряжение мышц брюшного пресса и снижает устойчивость.

В холодное время года необходимо избегать простуды. Особенно тщательно надо соблюдать чистоту тела и по возможности ежедневно принимать теплый душ. Сон должен быть спокойным. Полезен дневной отдых.

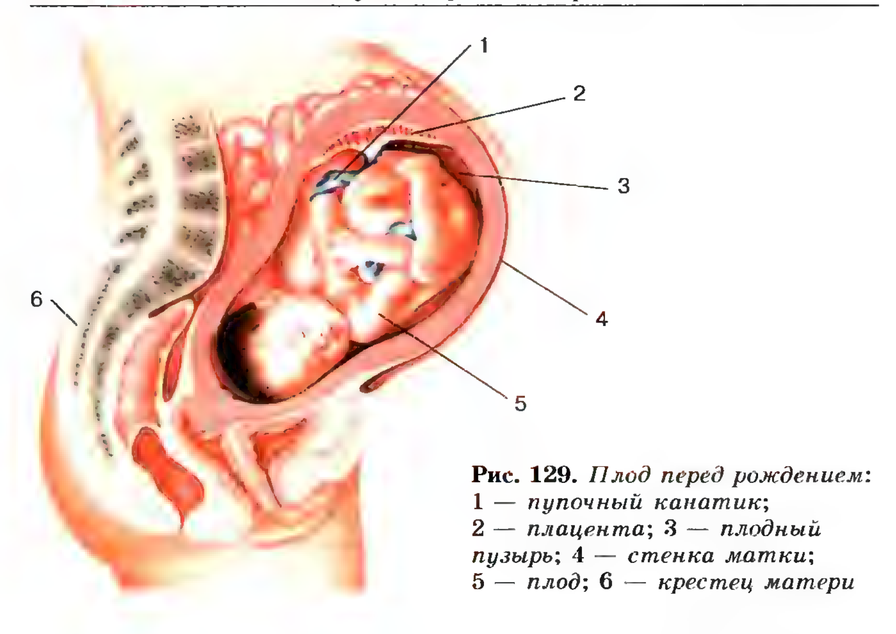



**Рис. 129.** *Плод перед рождением:* 1 — *пупочный канатик;* 2 — *плацента;* 3 — *плодный пузырь;* 4 — *стенка матки;* 5 — *плод;* 6 — *крестец матери*

**Роды.** По мере увеличения плода стенки матки растягиваются (рис. 129). Перед родами начинаются непроизвольные сокращения матки — *родовые схватки*. Сокращению матки помогает периодическое напряжение мышц брюшного пресса, которое женщина способна осознанно регулировать.

После рождения пуповину ребенка перевязывают с двух сторон, а затем перерезают между перетяжками, отделяя ребенка от матери. Оставшаяся у ребенка часть пуповины обрабатывается дезинфицирующим раствором.

Вслед за рождением ребенка происходит отделение и выталкивание из матки плаценты и плодной оболочки.

После родов матка постепенно возвращается к размерам, которые были до начала беременности. Ее слизистая быстро восстанавливается. У ребенка остаток пуповины через 3—5 суток отпадает. На этом месте остается лишь углубленный рубец — *пупок*.

---

**Биогенетический закон, онтогенез, филогенез; плацента, пупочный канатик (пуповина), зародыш, плод, беременность, родовые схватки, плодные оболочки, пупок.**

---

1. В чем суть биогенетического закона?
2. Какие факты подтверждают справедливость биогенетического закона?
3. Что такое плацента и какова ее функция?
4. Какой режим необходим беременной?

Повторите § 54 и скажите: 1) как происходит первый вдох ребенка; 2) перечислите рефлексы новорожденных и грудных детей, помогающие им приспособиться к внешним условиям и помогавшие их животным предкам выжить.

## § 62. Наследственные и врожденные заболевания и заболевания, передаваемые половым путем

**1. Чем наследственные болезни отличаются от врожденных?**
**2. Какие болезни относят к венерическим?**
**3. В чем опасность СПИДа?**
**4. Излечим ли сифилис?**

**Наследственные и врожденные заболевания.** *Наследственные заболевания* связаны с нарушениями генного аппарата зародышевых клеток. Если сперматозоид и яйцеклетка, а тем более обе эти клетки к моменту оплодотворения имеют какие-то дефекты, то при их слиянии образуется неполноценный зародыш. Развивающийся затем ребенок будет иметь те или иные дефекты даже в случае, если условия развития зародыша благоприятны. К таким дефектам относятся разного рода уродства, слабоумие, трудно поддающиеся лечению нарушения обмена веществ, несвертываемость крови (гемофилия) и ряд других болезней.

*Врожденные заболевания* связаны с повреждениями зародыша, происходящими в процессе его развития. Наиболее опасными для развития зародыша являются первые три месяца беременности. В этот период плод особенно чувствителен к вирусным инфекциям, поскольку плаценты еще нет. Она формируется к концу третьего месяца беременности. Например, такое почти безопасное для взрослых и детей заболевание, как

краснуха, может привести к рождению ребенка с пороком сердца, глухотой, умственной отсталостью, если его мать заболеет этой болезнью в начале беременности.

К врожденным заболеваниям относится и *алкогольный синдром плода*. У женщины, потребляющей алкоголь, особенно во время беременности, ребенок может оказаться с поражениями центральной нервной системы и различных органов. В тяжелых случаях алкогольного синдрома плода в последующем выявляется умственная отсталость, в легких случаях наблюдается *расторможенность ребенка*: несобранность, неспособность к систематической работе, нерациональная двигательная активность, низкий уровень произвольного внимания, а также очень плохая память.

**Болезни, передаваемые половым путем. СПИД.** Болезни этой группы известны очень давно (раньше их называли венерическими болезнями). И если многие другие инфекционные болезни к настоящему времени побеждены, то число заболеваний, передаваемых половым путем, возрастает. Всего их известно более 20, но наиболее опасны среди них СПИД и *сифилис*. Большинство венерических болезней не оставляют иммунитета. Вылечившиеся люди могут заразиться снова. При этом болезнь будет протекать так же тяжело, как в первый раз.

СПИД, то есть синдром приобретенного иммунодефицита, вызывается *вирусом иммунодефицита человека* (*ВИЧ*). Этот вирус поражает один из видов лимфоцитов, без которых иммунитет становится неполноценным. Организм теряет устойчивость даже к тем микроорганизмам, которые у здорового человека вообще не способны вызвать какое-либо заболевание.

Заражение СПИДом может происходить при половых контактах, а также через кровь при использовании, например, плохо стерилизованных шприцев, от больной матери к новорожденному.

Вирус гепатита В также передается через половые контакты и кровь. Он вызывает тяжелое поражение печени, желтуху и может стать угрозой для жизни. Появление темной мочи и обесцвеченного кала, желтого цвета белков глаз и кожи служит серьезным поводом для обращения к врачу.

**Сифилис.** В отличие от СПИДа сифилис передается не только путем полового контакта, но и бытовым путем — через предметы совместного пользования. Возбудителем сифилиса является *бледная спирохета* (трепонема). Она может попасть

в организм здорового человека через небольшие ссадины кожи, при использовании общей посуды, одежды, сигарет, при поцелуях.

Признаки болезни появляются через 3—4 недели после заражения. На месте внедрившейся инфекции образуется плотная ссадина или язва с блестящей мясисто-красной поверхностью и плотным основанием. Язва безболезненна и не вызывает никаких ощущений. Поэтому нередко заразившиеся сифилисом ее вообще не замечают.

Через 3—4 недели язва исчезает, и болезнь переходит во вторую стадию: на коже появляется сыпь, повышается температура тела, снижается работоспособность, начинаются боли головные и в костях. Причина этого — усиленное размножение бледной спирохеты, распространение ее из участка внедрения по всему организму и отравление (интоксикация) его продуктами ее жизнедеятельности.

В ответ на заражение в организме усиливаются процессы иммунитета. Спирохеты исчезают из крови, но зато накапливаются в огромных количествах в различных небольших участках тела, которые поражаются особенно сильно. Это соответствует третьей, заключительной стадии болезни: поражаются участки нервной ткани спинного мозга, может «провалиться» нос, заболевают внутренние органы, особенно печень.

В настоящее время сифилис удается вылечивать, особенно на первой и второй его стадиях. Но лечение длительное и трудное для больного. Появившиеся на третьей стадии заболевания нарушения нервной системы, внутренних органов и костей слабо поддаются лечению.

**Наследственные болезни (гемофилия), врожденные болезни (алкогольный синдром плода), венерические болезни, сифилис, бледная спирохета (трепонема), СПИД, гепатит В.**



**1.** Каковы общие особенности заболеваний, передаваемых половым путем?

**2.** Что происходит при заражении здорового человека вирусом СПИДа (ВИЧ)?

**3.** В чем опасность заболевания СПИДом?

**4.** Назовите нарушения, которые происходят в организме при сифилисе.

5. Какова профилактика заболеваний, передаваемых половым путем?

## § 63. Развитие ребенка после рождения. Становление личности

**1. Как ухаживают за новорожденным и грудным ребенком?**
**2. Что происходит при пубертате?**
**3. От чего зависит темперамент и характер?**
**4. Как человек вписывается в общество?**

**Новорожденный и грудной ребенок.** В течение месяца после рождения ребенок считается *новорожденным*. В это время происходит приспособление его к жизни вне организма матери. Через месяц после рождения и до года ребенок считается *грудным*. В первый год жизни значительно увеличиваются длина и масса тела, усложняются движения. Ребенок овладевает основами общения. Значительно повышается его устойчивость к неблагоприятным факторам. К году ребенок способен самостоятельно ходить.

Развитие движений необходимо как для физического, так и для психического развития. Пеленать ребенка надо так, чтобы он мог свободно двигать руками и ногами, но не развертываться. Во время бодрствования ребенка желательно класть на живот. При этом у малыша хорошо формируются естественные изгибы позвоночника, и он хорошо будет держать голову.

Молоко матери — лучший продукт для грудного младенца, но с возрастом потребности ребенка расширяются. С 1,5—2 месяцев ребенку дополнительно дают соки, а немного позже — тертое яблоко и овощи. Для предупреждения рахита детям необходимы препараты кальция и витамин D.

Новорожденные и грудные дети не имеют стойкого иммунитета к инфекционным заболеваниям. Поэтому детей надо оберегать от контактов с больными людьми.

**Половое созревание** (пубертат). С 9—11 лет у девочек и с 11—12 лет у мальчиков начинают изменяться пропорции тела и появляются вторичные половые признаки. Это типичное для мужского и женского тела оволосение, изменение голоса (зна-

чительно заметнее — у мальчиков). У юношей более интенсивно развивается плечевой пояс. У девушек развивается тазовый пояс и увеличиваются молочные железы. У мальчиков в ходе полового созревания молочные железы могут слегка увеличиваться и болеть. Но это явление временное и лечения не требует.

В 12—14 лет у девочек начинаются менструации. Это признак того, что в половых железах стали вырабатываться зрелые яйцеклетки. Первое время менструации нерегулярны, но затем менструальный цикл делается устойчивым и обретает свойственную данному организму продолжительность.

Объем выделений из матки при нормальной менструации за весь ее период примерно 50 см$^3$. Это кровь, смешанная с секретом желез, расположенных в слизистой оболочке. Важно знать, что в норме менструальные выделения не свертываются и появление сгустков крови — повод для обращения к врачу.

Поллюции — признак полового созревания у юношей. Поллюции начинаются примерно с 15 лет и свидетельствуют о появлении зрелых сперматозоидов, способных оплодотворить яйцеклетку. Накапливаясь, они время от времени удаляются из организма в составе семенной жидкости. Это нормальное физиологическое явление.

**Темперамент.** Еще древнегреческим врачом и философом Гиппократом (ок. 460 — ок. 370 до н. э.) люди были разделены по темпераменту на четыре типа: *меланхолики, холерики, сангвиники* и *флегматики*. Темперамент — врожденная особенность человека.

Человек с меланхолическим темпераментом обладает слабой, легкоранимой высшей нервной деятельностью, способной выдерживать лишь небольшое напряжение. Тем не менее среди меланхоликов встречаются такие незаурядные личности, как французский философ Рене Декарт, англичанин Чарлз Дарвин, русский писатель Николай Васильевич Гоголь, польский композитор Фридерик Шопен. Они сумели преодолеть недостатки своего темперамента и использовать его преимущества: высокую чувствительность нервной системы, тонкую реакцию на малейшие оттенки чувств, глубокие и сильные эмоциональные переживания, отличающиеся большой устойчивостью.

Известно, что два основных процесса определяют поведение человека — возбуждение и торможение. У холериков преобладает один из этих процессов — возбуждение и слаб второй про-

цесс — торможение. Люди этого темперамента обладают сильной нервной системой. Они способны преодолевать значительные трудности, но плохо сдерживают себя, легко «взрываются». Однако это, к примеру, не только не помешало Александру Васильевичу Суворову стать знаменитым полководцем, но и помогло.

Сангвиники и флегматики обладают сильной и уравновешенной нервной системой. У них сильны процессы и возбуждения, и торможения. Разница — в подвижности процессов: у сангвиника возбуждение легко сменяется торможением, у флегматика эта смена происходит труднее.

Сангвиник — человек уравновешенный в своих чувствах и действиях, живой, подвижный, легко приспосабливающийся к обстоятельствам. Однако чувства его не столь глубоки, как у меланхолика. Такой темперамент имели Александр Иванович Герцен, немецкий композитор Вольфганг Амадей Моцарт.

Флегматики — обычно спокойные люди, их трудно вывести из себя. У них невыразительная мимика, замедлено переключение с одного вида деятельности на другой. Настроение у них обычно ровное. Флегматическим темпераментом обладали полководец Михаил Иванович Кутузов и баснописец Иван Андреевич Крылов.

Наряду с делением людей по темпераменту полезно различать их по *типу психической деятельности*. Иван Петрович Павлов выделил три таких типа: *художественный*, *мыслительный* и *смешанный*.

Люди художественного типа воспринимают предметы в целом, они мыслят образно. Люди мыслительного типа склонны к анализу, словесному описанию, логическому сопоставлению. Однако у многих людей эти склонности выражены примерно одинаково — такие люди относятся к смешанному типу.

**Характер** — это совокупность устойчивых черт личности, которые складываются в процессе воспитания, деятельности, общения с людьми и обусловливают типичное для данного человека поведение. Зная характер человека, можно в какой-то степени предвидеть его поступки. Если темперамент является врожденным свойством человека, то его характер вырабатывается в процессе жизни путем усиления одних и ослабления других врожденных свойств.

По отношению к другим людям и окружающей обстановке одни люди как бы открыты, нацелены на общение, другие — замкнуты, погружены в себя. Первых называют *экстравертами*, вторых — *интровертами*.

В процессе общения человека с другими людьми у него складывается отношение к самому себе, в первую очередь — *самооценка*. Важно, чтобы между самооценкой и оценкой человека другими людьми, а также его объективными возможностями не было больших различий. В зависимости от достигнутого положения в коллективе и обществе, от удач и неудач в общении или в работе у человека могут развиваться такие черты характера, как скромность или самовлюбленность, самоуверенность или неуверенность в себе, высокомерие или снисходительность.

Важными для каждого человека являются *волевые качества*: способность довести задуманное до конца, умение противостоять трудностям. Сильная, но неразвитая воля может проявлять себя и отрицательно: человек настаивает на своем вопреки обстоятельствам, не учитывая мнения других людей или просто вопреки здравому смыслу. Это называется упрямством. К сожалению, такие детские черты могут встречаться в характере и некоторых взрослых, полноценных во всех других отношениях людей. Упрямство мешает жить и самому такому человеку, и окружающим.

**Индивид и личность.** Словом *«индивид»* обозначают отдельного человека со всеми его физическими и психическими особенностями. Чем более ярким индивидом является человек, тем больше он выделяется из среды других людей своеобразием и неповторимостью.

*Личность* — это человек как член общества, обладающий системой уникальных черт, которые определяют свойственный данному человеку ход мыслей и поведения, его отношение к окружающим. Личностью человек становится не сразу, а в ходе общения с другими людьми — разными по возрасту, общественному положению, профессии, индивидуальным качествам.

Человек вписывается в общественную группу так. Вначале он приспосабливается к ее порядку (адаптируется), потом пытается внести нечто свое в жизнь группы, проявляет свою индивидуальность. Если это получается, роль человека в группе возрастает и он становится ее постоянным членом, а то и лидером. Не всегда личность проходит все эти стадии, но порядок

их прохождения обычно такой. В разных группах один и тот же человек может занимать разное положение.

**Ребенок новорожденный и грудной, пубертат, индивид и личность, темперамент и характер, экстраверты и интроверты, самооценка.**



1. Как изменяются потребности малыша с возрастом?
2. Какие изменения происходят с юношами и девушками в пубертате?
3. Какие типы темперамента вам известны?
4. Какие бывают характеры?
5. В чем разница понятий «индивид» и «личность»?
6. Какие этапы проходит человек, входя в какую-либо общность людей?

!

1. Перечислите основные этапы развития человека после рождения.
2. Назовите особенности новорожденного, которые необходимо учитывать при уходе за ним.
3. На рисунке 130 датским художником Херлуфом Бидструпом изображены сангвиник, холерик, флегматик и меланхолик, реагирующие на одну и ту же ситуацию — смятую шляпу. Используя описания этих темпераментов в тексте § 63, определите, к какому типу темперамента относятся действия человека в 1, 2, 3 и 4-м случаях.
4. Попробуйте оценить какие-либо черты собственного характера.

## § 64. Интересы, склонности, способности

**1. Чем интерес отличается от склонности?**
**2. Обладают ли люди способностями от рождения?**
**3. Как найти свое призвание?**

**Интерес.** Каждый по своему опыту знает, что не ко всем событиям мы относимся с равным вниманием. Одни нас привлекают, другие оставляют равнодушными. Одних людей больше



**Рис. 130.** *Художник Х. Бидструп нарисовал представителей четырех темпераментов. Рассмотрите рисунки и выясните, где какой темперамент*

интересует политика, других — спорт, третьих — компьютеры, четвертых — кино.

Интерес — это форма проявления познавательной потребности. Она выражается в направленности внимания на получение информации в определенной области. При этом информация вызывает положительные эмоции. Но как всякая по-

требность, она на некоторое время угасает после получения очередных сведений, но затем вспыхивает вновь. Интерес может быть непосредственный, когда занимаются любимым делом, но может быть и опосредованным. Представьте, что надо прочитать сообщение на иностранном языке и волей неволей приходится учить его. Интерес к языку в этом примере опосредованный.

**Склонность** — это пристрастие к занятиям определенными видами деятельности. Можно иметь склонность к вышиванию, игре на флейте, чтению. Идеально, когда интересы и склонности совпадают.

**Способностями** называют индивидуальные физиологические и психологические особенности человека, являющиеся условием успешного выполнения той или иной деятельности. Мало иметь к ней склонность, нужны и способности. Они основаны на природных задатках, которые можно развить в результате деятельности, систематического упражнения.

Поясним примером. Предположим, что у человека от рождения большие кисти рук, длинные пальцы, крепкие суставы, хорошая их подвижность, отличные музыкальный слух и чувство ритма. Все это — задатки, идеальные для обучения игре на фортепиано.

Но задатки так и останутся задатками, если они не будут востребованы. Способному человеку потребуется меньшее время на овладение профессией, он скорее достигнет мастерства в своем деле, но без работы его способности не проявятся и угаснут, так и не развившись.

Обычно способности и склонности совпадают. Но бывает и так: человек имеет все задатки для того, чтобы стать хорошим пианистом, но вот желания посвятить себя музыке у него нет. Следовательно, его задатки и его склонности не совпадают. Поэтому, прежде чем выбрать профессию, подумайте, нравится ли вам дело, которым вы собираетесь заниматься, и если да, то есть ли у вас способности, чтобы заниматься им успешно.

---

**Интересы:**
**непосредственные, опосредованные,**
**склонности, способности, наследственные задатки.**

---

?

1. Как соотносятся интересы и склонности?
2. Как развиваются способности?

!

Укажите, какая связь существует между наследственными задатками и трудовой деятельностью человека.

## *Основные положения главы 15*

Преимущество полового размножения перед бесполым в том, что новый организм наследует как признаки матери, так и признаки отца и потому легче приспосабливается к изменяющимся условиям существования.

Мужская половая система человека состоит из семенников (яичек), семявыносящих каналов и дополнительных половых желез. Самая крупная из них — простата. Женская половая система включает яичники, маточные трубы, матку.

Развитие организма начинается с оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом. От матери и отца дочерний организм получает по 23 хромосомы, всего их становится 46. Пол определяется половыми хромосомами. Женский организм имеет XX-хромосомы, мужской — XY-хромосомы.

Программа индивидуального развития определяется историческим развитием вида, к которому принадлежит особь (закон Геккеля — Мюллера: «В онтогенезе повторяется филогенез»). Однако проявление закона не является полным, так как органы развиваются неравномерно и у зародыша возникают приспособления к условиям внутриутробной жизни, в которых он находится.

Оплодотворение происходит в маточных трубах. В матку попадает многоклеточный зародыш, снабженный внешней оболочкой с ворсинками. Он внедряется в стенку матки и из нее получает питательные вещества. С развитием плаценты зародыш становится плодом. Его кровеносная система изолирована от кровеносной системы матери. После созревания плода происходят роды.

Неоплодотворенное яйцо удаляется вместе с кровью и слизистой матки (менструация). Развитие ребенка после рождения происходит как в физиологическом, так и в социальном плане. Ребенок овладевает речью и приобщается к социальным условиям среды.

В подростковом возрасте происходит формирование вторичных половых признаков. Начинаются менструации и поллю-

ции. Они свидетельствуют о достижении физиологической зрелости.

Социальная зрелость наступает позже. Врожденные качества человека определяются темпераментом, приобретенные — формируются по мере выработки характера, наиболее устойчивых черт личности, влияющих на его поведение.

В процессе развития у человека формируются интересы и склонности. Интересы сказываются на выборе информации, склонности — на выборе вида деятельности. Способности человека часто совпадают с его склонностями. Человек наследует лишь задатки, предпосылки развития, способности же формируются в процессе деятельности. Правильная оценка возможностей, предоставляемых обществом, и своих способностей — путь к успеху.

# Оглавление

*Глава 5.* **ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА**



*Глава 6.* **КРОВЕНОСНАЯ И ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМЫ**



*Глава 7.* **ДЫХАНИЕ**



*Глава 8.* **ПИЩЕВАРЕНИЕ**

*Учебное издание*

**Колесов Дмитрий Васильевич**
**Маш Реми Давидович**
**Беляев Иван Николаевич**

БИОЛОГИЯ. ЧЕЛОВЕК

*Учебник для 8 класса*
*общеобразовательных учебных заведений*

Ответственный редактор *Е. Д. Богданова*
Художественный редактор *М. Г. Мицкевич*
Оформление *М. Г. Мицкевич*
Художники *П. А. Жиличкин, Б. А. Гомон*
Технический редактор *М. В. Биденко*
Компьютерная верстка *Г. А. Михеева*
Корректор *И. А. Никанорова*
Цветоделение *А. Е. Косых, О. А. Молочков*

Изд. лиц. № 061622 от 07.10.97.
Подписано к печати 08.01.02. Формат $60\times90^1/_{16}$.
Бумага офсетная. Гарнитура «Школьная». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 21,0. Тираж 100 000 экз. Заказ № 4023 (К-Гз).

ООО «Дрофа».
127018, Москва, Сущевский вал, 49.

**По вопросам приобретения продукции**
**издательства «Дрофа» обращаться по адресу:**
127018, Москва, Сущевский вал, 49.
Тел.: (095) 795-05-50, 795-05-51. Факс: (095) 795-05-52.

Торговый дом «Школьник».
109172, Москва, ул. Малые Каменщики, д. 6, стр. 1А.
Тел.: (095) 911-70-24, 912-15-16, 912-45-76.

Федеральное государственное унитарное предприятие
Смоленский полиграфический комбинат Министерства
Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций.
214020, г. Смоленск, ул. Смольянинова, 1.